

Pekka Iikkanen

# Alusten satamatoimintoihin kuluvan ajan arviointi Ohjearvot vesiväylien hankearviointia varten





Pekka Iikkanen

# Alusten satamatoimintoihin kuluvan ajan arviointi

Ohjearvot vesiväylien hankearviointia varten

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 19/2018

Liikennevirasto  
Helsinki 2018

*Kannen kuva: Ari Andersin / vastavalo.net*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-532-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

**Pekka Iikkanen: Alusten satamatoimintoihin kuluvan ajan arviointi. Ohjearvot vesiväylien hankearviointia varten.** Liikennevirasto, hankesuunnittelu. Helsinki 2018. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 19/2018. 40 sivua ja 2 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-532-7.

**Avainsanat:** meriliikenne, satamat, lastinkäsittely, tehokkuus

## Tiivistelmä

Aluksen rahdin lastaukseen, purkuun, muihin satamatoimintoihin ja odotukseen kuluva aika vaikuttaa keskeisesti alusliikenteen kustannuksiin. Alusten satamassa viipymisaikojen määrittäminen on tärkeä osa vesiväylien syventämisellä saavutettavia hyötyjen arviointia. Useissa Suomen meriväyliä koskeissa hankearvioinnissa on voitu todeta, että väylähankkeen avulla saavutettava hyötyjen määrä ja hankkeen kannattavuutta osoittava hyöty-kustannussuhde riippuu keskeisesti lastinkäsittelyyn Suomen ja ulkomaiden satamissa kuluvan ajan pituudesta. Vesiväylähankkeiden arvioinnin ongelmana on kuitenkin, ettei käytettävässä Liikenneviraston arviointiohjeessa ei ole esitetty menetelmää tai muuta ohjeistusta, miten alusten satama-ajan pituus tulisi arvioida.

Tutkimuksessa on tarkasteltu alusten lastinkäsittelytekniikoita, alusten satamassa viipymisaikoihin vaikuttavia tekijöitä sekä arvioitu tilastoanalyysiin, haastatteluihin ja ulkomaisiin tutkimuksiin perustuen satama-ajan pituuden riippuvuutta käsiteltävän lastin määrästä, tavaralajista ja aluksen koosta. Näiden selvitysten pohjalta määritettiin ohjearvot alusten satama-aikojen määrittämiseksi vesiväylien hankearvioinneissa ja muissa kuljetustaloudellisissa selvityksissä.

Tärkeimmän lähtökohdan ohjearvojen määrittämisessä muodostivat analyysit, joissa tarkasteltiin 14 Suomen eri sataman aluskohtaisia satamassa viipymisaikoja alustyypeittäin vuonna 2016. Käytettävä aineisto perustui Portnet-järjestelmän ja Liikenneviraston alusliikenteen MLT-tilaston sisältämiin alusten satamakäyntikohtaisiin tietoihin, joita olivat mm. alusten tulo- ja lähtöajat, alusten tyyppi- ja tunnistetiedot, satamaan jätetyn lastin ja satamasta otetun lastin määrät sekä tietoja aluksen lastityypistä. Analyysien perusteella parhaiten aluksen satamassa viipymisajan pituutta selittää alustyyppistä riippumatta aluksen satamaan jättämän ja satamasta ottaman lastin määrä. Tämän perusteella hankearvioinneissa käytettävien ohjearvojen yksiköksi valikoitui lastitonnia/aluksen satamatunti.

Varustamojen haastattelujen mukaan Suomen ja ulkomaiden satamien lastinkäsittelyn tehokkuuksissa ei ole merkittävää eroa. Merkittävin ero koskee työaikajärjestelyjä, sillä useassa Euroopan maassa lastinkäsittely perustuu jatkuvaan kolmivuorotyöhön, kun Suomessa työvuoroja on pääsääntöisesti kaksi arkipäivää kohti ja lauantaina yksi vuoro. Tästä joustetaan kuitenkin usein ja esimerkiksi konttilaivojen lastinkäsittely hoidetaan yhtäjaksoisesti.

Kansainvälinen alusten lastinkäsittelyä koskeva tutkimus painottuu voimakkaasti konttisatamien tehokkuuden arviointiin erilaisia indikaattoreita hyödyntäen. Selvitysten mukaan maailman tehokkaimmat konttisatamat sijaitsevat pääasiassa Kiinassa, Japanissa, muualla Kaukoidässä sekä Pohjanmerellä. Vuonna 2013 suurin tehokkuusarvo (yli 160 kontin siirtoa/tunti) mitattiin Yokohamassa. Näin suuriin tehoihin päästään vain, kun alukset ovat hyvin suuria (yli 8000 TEU), jolloin aluksen lastinkäsittelyyn käytetään useita konttinostureita samanaikaisesti. Suomen satamissa käyvät konttialukset ovat maailman mittakaavassa pienehköjä, suurimmillaankin alle 3600 TEU:n aluksia. Tällaisten alusten lastinkäsittelyssä päästään Suomessa yli 40 konttiin tunnissa, mikä on tyypillinen tehokkuusarvo myös Suomen liikenteen ulkomaisissa vastasatamissa.

**Pekka Iikkanen: Bedömning av den tid som går åt till fartygs hamnfunktioner – riktvärden för bedömning av farledsprojekt.** Trafikverket, projektplanering. Helsingfors 2018. Trafikverkets undersökningar och utredningar 19/2018. 40 sidor och 2 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-532-7.

## Sammanfattning

Kostnaderna för fartygsstrafiken påverkas i hög grad av den tid som går åt till lastning och lossning av fartygsfrakt och till andra hamnfunktioner och väntan. Att fastställa den tid fartygen tillbringar i hamnen utgör en viktig del av bedömningen av de fördelar man kan uppnå genom att fördjupa farleder. I flera projektbedömningar som gällt Finlands havsfarleder har man kunnat konstatera att de fördelar som kan uppnås med ett farledsprojekt och det kostnadsnyttförhållande som anger projektets lönsamhet i stor utsträckning beror på hur lång tid som går åt till lasthanteringen i finländska och utländska hamnar. Problemet med bedömningen av farledsprojekt är emellertid att den bedömningsanvisning från Trafikverket som används inte presenterar någon metod eller andra anvisningar för hur fartygens hamntid ska bedömas.

Undersökningen har granskat fartygens lasthanteringstekniker och faktorer som påverkar fartygens hamntider samt genom statistikanalyser, intervjuer och utifrån utländska undersökningar bedömt sambandet mellan å ena sidan hamntidens längd och å andra sidan mängden last som hanteras, varuslag och fartygsstorlek. Utifrån dessa utredningar fastslogs riktvärden för hur fartygs hamntider ska fastställas i bedömningen av farledsprojekt och i andra transportekonomiska utredningar.

Den viktigaste utgångspunkten vid fastställandet av riktvärden utgjordes av analyser där fartygsspecifika hamntider i 14 olika hamnar i Finland år 2016 granskades per fartygstyp. Materialet som användes byggde på Portnet-systemet och Trafikverkets sjöfartsstatistik med MLT-användargränssnittet, som innehåller fartygsdata per hamnbesök, dvs. bland annat fartygens ankomst- och avgångstider, fartygens typ- och identifieringsuppgifter, lossade och lastade godsvolymer samt information om fartygets lasttyp. Utifrån analyserna förklaras fartygets hamntid, oberoende av fartygstyp, bäst av lossade och lastade godsvolymer. Utifrån detta valdes ton last/fartygets hamntimme som enhet för det riktvärde som ska användas vid projektbedömningar.

Enligt intervjuer med rederier finns det inga betydande skillnader mellan effektiviteten i finländska och utländska hamnars lasthantering. Den mest betydande skillnaden gäller arbetstidsarrangemang, eftersom lasthantering i flera länder i Europa bygger på kontinuerligt treskiftsarbete, medan man i Finland i regel har två skift på vardagar och ett skift på lördag. På denna punkt är man emellertid ofta flexibel och till exempel för containerfartyg sköts lasthanteringen utan avbrott.

Den internationella forskningen kring fartygs lasthantering fokuserar i hög grad på att med hjälp av olika indikatorer bedöma containerhamnars effektivitet. Enligt olika utredningar ligger de effektivaste containerhamnarna främst i Kina, Japan, annanstans i Fjärran Östern samt i Nordsjön. År 2013 uppmättes det högsta effektivitetsvärdet (över 160 containerlyft/timme) i Yokohama. En så hög effektivitet uppnås endast om fartygen är mycket stora (över 8000 TEU), varvid man vid lasthanteringen använder flera containerkranar samtidigt. De containerfartyg som besöker hamnar i Finland är internationellt sett rätt små, även i bästa fall under 3600 TEU. Vid lasthanteringen för dessa fartyg uppnår man i Finland över 40 containrar per timme, vilket är ett typiskt effektivitetsvärde även i den finländska sjöfartens utländska mothamnar.

**Pekka Iikkanen: Estimating the time required by vessels for port operations – Reference values for waterway project evaluation.** Finnish Transport Agency, Project Planning. Helsinki 2018. Research reports of the Finnish Transport Agency 19/2018. 40 pages and 2 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-532-7.

## Summary

The time required by ships for the unloading and loading of cargo, other port functions and standby periods has a major effect on the costs of shipping. Determining the port call times of vessels is a crucial aspect of evaluating the potential benefits of constructing deeper waterways. In the project evaluations of several waterways in Finland, it has been found that the amount of potential benefit of the project and its profitability in terms of its cost-benefit ratio are critically dependent on the length of time required for the handling of cargo in port, both within and outside Finland. However, an issue in the evaluation of waterway projects has been the fact that the used assessment guideline, which is issued by the Finnish Transport Agency, presents no method or other instructions for estimating the port call times of vessels.

This study examines the cargo handling techniques of vessels and other factors that affect their length of stay at port and uses statistical analyses, interviews and international studies to provide estimates of port call times, depending on the volume and type of cargo and the size of the vessel. On the basis of the study, reference values were established to determine the port call times of vessels for use in waterway project evaluations and other assessments of transport economics.

The most important starting point for determining the reference values is the analysis of vessel-specific port call times in 14 different Finnish ports by vessel type in 2016. The data used in the study was based on call-specific vessel information from the Portnet system and sea traffic statistics (MLT) by the Finnish Transport Agency and included the arrival and departure times of vessels, the vessel type and identification, volumes of unloaded and loaded cargo, and information on the type of cargo. The analysis found that, regardless of the vessel type, the key determining variable for port call times was the volumes of cargo unloaded and loaded by the vessel. Based on this, the unit selected for the reference values of project evaluations is metric cargo tons per hours stayed at port.

According to interviews of shipping companies, there is no significant difference in cargo handling efficiency between Finnish and foreign ports. The most significant difference concerns working time arrangements, as in several European countries, cargo handling is carried out in continuous three-shift work, compared to the Finnish system of two shifts on weekdays and a single shift on Saturdays. However the Finnish system is often flexible in practice and the cargo handling of container ships, for example, is carried out without interruptions.

The reviewed study on the cargo handling of international vessels places strong emphasis on assessing the efficiency of container ports through various indicators. According to studies, the world's most efficient container ports are located mainly in China, Japan and elsewhere in East Asia, as well as around the North Sea. In 2013, the highest efficiency rate (over 160 containers transferred per hour) was measured in Yokohama. Such efficiency rates are only achievable with very large vessels (over 8,000 TEU) and the simultaneous use of several container cranes in cargo handling. At their largest, container ships that call in port in Finland are under 3,600 TEU in cargo capacity and therefore small on a global scale. In Finland, the efficiency of cargo handling on these types of vessels is over 40 containers per hour, which corresponds to efficiency rates reported in foreign connection ports for Finnish shipping.

## Esipuhe

Alusten satamassa viipymisaikojen arviointi on keskeinen osa vesiväylähankkeiden synnyttämien kokonaishyötyjen arviointia. Ongelmana on kuitenkin, ettei käytettävissä ole ollut tutkimukseen perustuvaa tietoa, joiden avulla satama-aikojen pituudet voitaisiin luotettavasti arvioida.

Tässä tutkimuksessa on arvioitu kattavasti eri alustyyppien satamassa viipymisaikoihin vaikuttavia tekijöitä ja määritetty yksittäisiin alusten satamakäynteihin perustuviin tilastanalyysseihin, haastatteluihin ja ulkomaisiin tutkimuksiin perustuen suositukset hankearvioinneissa käytettävistä ohjearvoista. Tämä tutkimusraportti toimii vesiväylähankkeiden arviointiohjeen taustaraporttina alusliikenteen yksikkökustannukset-raportin tapaan.

Tutkimusta ovat ohjanneet Liikennevirastossa Taneli Antikainen (puh. joht.), Hannu Kuikka ja Anton Goebel. Tutkimus on tehty Ramboll Finland Oy:ssä, jossa projekti-päällikkönä on toiminut Pekka Iikkanen. Työhön ovat osallistuneet myös Matti Utriainen ja Juho Björkman.

Helsingissä maaliskuussa 2018

Liikennevirasto  
Hankehallinta



# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Tausta .....	8
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja sisältö .....	9
1.3	Alustyyppit ja lastinkäsittelytekniikat .....	9
2	ALUSTEN SATAMA-AIKOJEN ARVIOINTI.....	14
2.1	Suomen satamia koskevat tilastanalyysit .....	14
2.1.1	Lähtötiedot .....	14
2.1.2	Analyysien sisältö ja lastinkäsittelyn nopeutta kuvaavat tunnusluvut ....	14
2.1.3	Konttialukset.....	15
2.1.4	Roro- ja storo-alukset.....	16
2.1.5	Konventionaaliset kuivalastialukset.....	17
2.1.6	Kuivabulk-alukset .....	21
2.1.7	Säiliöalukset.....	22
2.2	Haastattelut.....	24
2.2.1	Haastattelujen sisältö.....	24
2.2.2	Satama-ajan merkitys varustamojen ja alusten operoijien näkökulmasta.....	24
2.2.3	Satama-aikoihin vaikuttavat tekijät ja lastinkäsittelyn tehokkuusarviot.....	24
2.2.4	Suomalaisten ja ulkomaisten satamien vertailua .....	27
2.3	Ulkomaiset tutkimukset .....	27
2.4	Johtopäätökset.....	28
3	HANKEARVIOINNEISSA KÄYTETTÄVÄT OHJEARVOT .....	30
3.1	Ohjearvojen soveltaminen .....	30
3.2	Alustyyppikohtaiset ohjearvot .....	31
3.2.1	Konttialukset.....	31
3.2.2	Roro-/storo-alukset .....	32
3.2.3	Konventionaaliset kuivalastialukset.....	32
3.2.4	Kuivabulk-alukset .....	36
3.2.5	Öljysäiliöalukset.....	36
3.2.6	Kemikaalisäiliöalukset .....	37
3.3	Esimerkkejä ohjearvojen käytöstä.....	38
LIITTEET		
Liite 1	Esimerkkejä satamakohatisista regressionanalyyseistä	
Liite 2	Tutkimuksessa haastateltavana olleet organisaatiot	

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Satama muodostaa solmukohdan, joka yhdistää meri- ja maakuljetukset toisiinsa. Satamakäsittelyn prosessiin vaikuttaa useita toimijoita. Näiden toimijoiden prosessit ja yhteistoiminta muiden kanssa vaikuttavat satamakäsittelyn kokonaiskestoön. Satamakäsittelyyn liittyviä toimijoita ovat mm. laivanselvittäjä, lastitarkastajat, ahtausliikkeet, koneurakoitsijat, Tulli, satamanpitäjä ja luotsi.

Varsinaiseen lastinkäsittelyyn liittyviä tavanomaisia työvaiheita ovat lastin vastaanotto ja luovuttaminen, autojen ja rautatievaunujen purku, varastointi, lastien yksiköinti (esimerkiksi kontitus), lastin siirto satama-alueella sekä lastin siirto alukseen ja aluksesta. Lisäksi erilaisiin lastityyppien satamatoimintoihin liittyy kullekin lastityypille ominaisia työvaiheita. Lastinkäsittelyn tehokkuus ja sen vaikutus alusten satamassa oloajan pituuteen on keskeisesti riippuvainen käytettävästä lastinkäsittelytekniikasta. Lastityyppikohtaisesti alusten satamassa oloaikaan vaikuttavat myös monet erityistehtävät.

Aluksen rahdin lastaukseen, purkuun, muihin satamatoimintoihin sekä odotukseen kuluva aika vaikuttaa keskeisesti alusliikenteen kustannuksiin. Alusten satamassa viipymisajan pituus vaikuttaa aluksen pääomakustannuksiin, miehistökustannuksiin, energiakustannuksiin, korjaus- ja kunnossapitokustannuksiin sekä vakuutusmaksuihin. Aluksen satamavuorokauden kustannus voi olla suurimmilla aluksilla 20 000–30 000 €/vrk. Aluksen koosta ja tyypistä riippuen satamavuorokauden kustannus on 40–80 % vastaavasta ajovuorokauden kustannuksesta. Aluksen satama-ajan pituuteen vaikuttavat käsiteltävän rahdin määrän ohella sataman/aluksen lastinkäsittelyjärjestelmä, aluksen koko, lastin ominaisuudet ja työaika-järjestelyt.

Varustamoiden kannalta mahdollisimman lyhyet satama-ajat ovat ensiarvoisen tärkeitä, suorastaan toiminnan elinehto. Varustamojen kaupallinen menestys perustuu siihen, että alukset ovat mahdollisimman suuren osan ajasta merellä lastia kuljettamassa. Varustamot ja rahtaatat pyrkivät jatkuvasti lyhentämään satama-aikoja. Tämän vuoksi satamilta ja ahtausliikkeiltä odotetaan hyvää lastinkäsittelyn tehokkuutta.

Alusten satamassa viipymisaikojen määrittäminen on tärkeä osa vesiväylien syventämisellä saavutettavia hyötyjen arviointia. Useissa Suomen meriväyliä koskevassa hankearvioinnissa on voitu todeta, että väylähankkeen avulla saavutettava hyötyjen määrä ja hankkeen kannattavuutta osoittava hyöty-kustannussuhde riippuu keskeisesti lastinkäsittelyyn Suomen ja ulkomaiden satamissa kuluvan ajan pituudesta. Vesiväylähankkeiden arvioinnin ongelmana on kuitenkin, ettei käytettävässä Liikenneviraston arviointiohjeessa ole esitetty menetelmää tai muuta ohjeistusta, miten alusten satama-ajan pituus tulisi arvioida.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja sisältö

Meri- ja sisäväylähankkeiden kannattavuusarviointien luotettavuuden, läpinäkyvyyden ja vertailukelpoisuuden parantamiseksi Liikennevirasto päätti käynnistää tutkimuksen, jossa arvioidaan kuljetusvälineiden, muun yksikkötavaran, kuivabulkin ja nestemäisen irtotavaran kuljettamisessa käytettävien alusten satamakäyntien pituuteen vaikuttavia tekijöitä alustyypeittäin. Tavoitteena oli laatia alustyyppi-kohtaiset ohjearvot vesiväylähankkeiden arviointia varten. Ohjearvojen käytöstä esitetään myös käytännön esimerkkejä. Liikenneviraston tarkoitus on viedä ohjearvot ja niiden käytön ohjeistus osaksi päivitettävää vesiväylähankkeiden arviointiohjetta. Tämä raportti toimii myös hankearviointiohjeen taustaraporttina alusliikenteen yksikkökustannukset-raportin tapaan.

## 1.3 Alustyytit ja lastinkäsittelytekniikat

Tutkimuksessa tarkasteltavat alustyytit ovat:

### 1. Konttialukset

Konttialus on rahtilaiva, jonka lasti kuljetetaan standardikokoisissa merikuljetuskonteissa. Konttien kokoa mitataan TEU-yksiköllä (twenty foot equivalent unit), joka ilmaisee, kuinka monta 20 jalan konttia alukseen voidaan lastata. Suurin osa konteista on joko 20 jalan tai 40 jalan pituisia, mutta myös muita kokoja on olemassa ja varsinkin 45 jalan kontit ovat yleistyneet viime vuosina. Suurten konttialusten kapasiteetti on useita tuhansia TEU-yksiköitä. Konttialusten lastiruma muodostuu soluista, joihin pinotaan usein 6-7 konttia päällekkäin. Myös sääkannelle lastataan kontteja useaan kerrokseen. Kontit sijoitetaan laivaan vierekkäin useaan kerrokseen.

Toimiakseen tehokkaasti konttijärjestelmä edellyttää myös tehokkaita lastinkäsittelylaitteita satamissa. Alusten lastitilat on varustettu erilaisilla konttijohtimilla, joita pitkin kontit lastataan ja puretaan. Konttialuksissa ei ole yleensä omia lastinkäsittelylaitteita, vaan kontit siirretään laiturin ja aluksen välillä satamanostureilla lift on - lift off-tekniikkaa (lolo) käyttäen. Konttien käsittelyyn erikoistuneissa satamassa kontit puretaan aluksista ja lastataan aluksiin yleensä konttinosturilla (kuva 3), joka liikkuu kiskoilla. Pienemmissä konttisatamissa käytetään myös muunlaista nosturikalustoa kuten perinteisiä satamanostureita ja hydraulikäyttöisiä mobiilinnostureita.

Nosturi nostaa kontit alas, josta ne kuljetetaan suoraan toiseen kulkuneuvoon tai säilytettäväksi konttikentälle. Konttinostureiden (kuva 1) tärkeimpiä ominaisuuksia ovat hyvä nostokapasiteetti, nostonopeus, nostosäde, liikuteltavuus ja mahdollisuus hyödyntää erilaisia lasteihin soveltuvia lastin kiinnittymis- ja siirtolaitteistoja. Kontit siirretään laiturin ja varastointikentän välillä tyypillisesti joko konttitrailerilla tai konttilukilla. Lisäksi satamakentällä tarvitaan nostolaite konttien pinoamiseen. Pinoamiseen voidaan käyttää lukkia tai pukkinosturi.

Konttialusten pääasiallinen käyttökohde on pitkämatkaisessa valtameriliikenteessä. Suomen satamissa käyvät konttialukset toimivat pääasiassa Pohjanmeren suurten konttisatamien syöttöliikenteessä. Konttien käyttö on tosin kasvamassa nopeasti myös Euroopan sisäisessä liikenteessä. Konteissa kuljetaan hyvin monenlaista tavaraa, kuten sekalaista kappaletavaraa, metsäteollisuuden tuotteita, metalleja ja raaka-aineita. Erikoisvalmisteisissa merikonteissa voidaan kuljettaa myös nestemäisiä tavaroita, esim. kemikaaleja.



Kuva 1. Esimerkki tyypillisestä konttinosturista.

## 2. Ro-ro- ja storo-alukset

Roro-alusten lastin siirroissa käytetään kuorma-autoja ja vetomestareiden vetämiä trailereita ja lauttavaunuja. Lauttavaunuja käytettäessä tavara kootaan suoraan lauttavaunuille, suurlavoille tai kontteihin. Myös suurlavat ja kontit siirretään alukseen lauttavaunujen päällä. Lauttavaunut kiinnitetään paikoilleen merimatkan ajaksi. Roro-aluksia käytettäessä lastin siirto on yleensä hyvin nopeaa. Järjestelmän huonona puolena on, ettei alusten tilavuutta pystytä hyödyntämään tehokkaasti. Roro-järjestelmä on kilpailukykyisin lyhyissä ja nopeutta vaativissa ns. short sea shipping-kuljetuksissa, joissa lastausnopeus ja monentyyppisten yksiköiden samanaikainen kuljettaminen ovat tärkeitä tekijöitä.

Storo-alukset ovat eräänlaisia roro-alusten sovelluksia (stowable ro-ro), joiden lastinsiirroksessa käytetään ro-ro-tekniikkaa. Aluksessa lasti ahdetaan paikalleen trukeilla ja tyhjät lauttavaunut viedään takaisin varastoon (kuva 2). Keskeisiä storo-alusten satamassa oloaikaan vaikuttavia työvaiheita ovat lastin siirto lauttavaunuun, lauttavaunujen veto alukseen ja lastin pinoaminen trukien avulla. Storo-alusten käytön tavoitteena on hyödyntää laivan tilavuutta roro-aluksia tehokkaammin. Tyypillisiä storo-alusten käyttökohteita Suomen satamissa ovat paperin vientikuljetukset.



Kuva 2. Paperirullien siirto lastivaunuun Storo-lastinkäsittelyjärjestelmässä (lähde Rauman Satama).

### 3. Konventionaaliset kuivalastialukset

Konventionaalisissa aluksissa lastitila on jaettu yleensä kahdesta seitsemään ruumaan ja pää- eli suojakannen lisäksi ruumissa on yleensä yksi tai kaksi välikantta ahtauksen helpottamiseksi. Lastinkäsittely tapahtuu lolo-tekniikkaan perustuen joko aluksen omilla tai sataman nostureilla. Alukset soveltuvat yksiköityjen tavaroiden (esim. sahatavaranippujen, sellupaalien ja säkkien), projektilastien sekä bulk-lastien kuljettamiseen. Esimerkiksi Suomen liikenteessä omilla nostureilla varustettuja suuria konventionaalisia aluksia käytetään yleisesti hiililastien kuljetuksissa. Alusten suojakansien luukkujen päällä voidaan kuljettaa kansilastia, esimerkiksi kontteja.

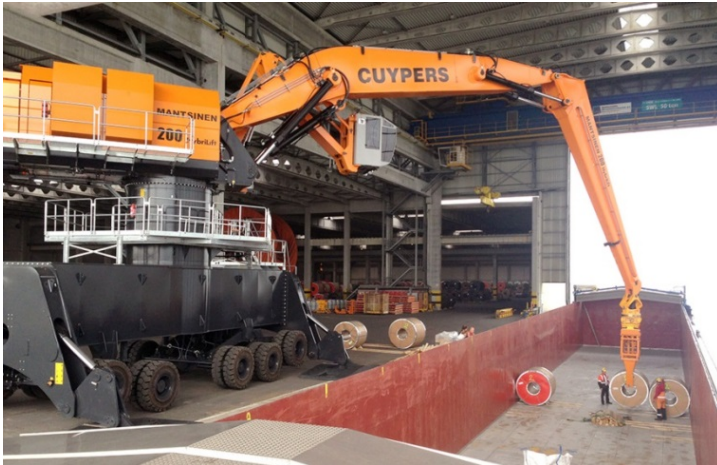
Lastinkäsittelyn nopeuttamiseksi konventionaalisten alusten ruumat pyritään rakentamaan mahdollisimman laatikkomaisiksi ja kansiluukut mahdollisimman avariksi. Lastin siirroissa käytettävät nosturit voidaan varustaa tavaralajin mukaan sopivilla tartuntavarusteilla. Käytettävät satamanosturit ovat joko perinteisiä vajerinostureita tai hydraulisia mobiilinostureita (kuvat 3–4). Projektilastit voivat koostua erityisen suurista ja/tai painavista lastiyksiköistä. Projektilasteihin voi liittyä usein myös huomattava määrä hitaasti käsiteltäviä puulaatikoita. Lastin kiinnitys alukseen voi viedä useita tunteja.

Konventionaalisten alusten ahtaustyön vaiheita ovat lastin siirto varastosta laiturille, lastin nosto ja kiinnitys alukseen (purettaessa päinvastoin). Aluksessa lastia joudutaan usein tukemaan ja tiivistämään eli ns. trimmaamaan. Joskus lasti on tarpeen myös punnita. Aluksen purun jälkeen aluksen ruuma siivotaan ns. konepuhtaaksi.



Kuva 3. Esimerkkejä perinteisistä satamanostureista.





Kuva 4. Esimerkki hydraulisesta nosturista.

#### 4. Kuivabulk- eli irtolastialukset

Kuivabulk- eli irtolastialukset on rakennettu kuljettamaan suuria määriä irtolastitavaroita. Tyypillisiä lasteja ovat esimerkiksi kivihiili, metallirikasteet, vilja, hake, raakapuu. Alukset ovat yleensä yksikantisia eli lastitiloissa ei ole välikansia. Suuremmissa laivoissa ei ole yleensä nostureita, vaan lastaus ja purkaus tehdään satamassa olevia laitteita (nosturit ja automaattiset purkaimet) käyttäen. Käytettävä menetelmä ja sen tehokkuus ovat riippuvaisia mm. sataman ja aluksen ominaisuuksista ja käsiteltävästä lastista. Suurin tehokkuus on saavutettavissa sataman omien lastinjärjestelmien avulla (kuva 5). Satamissa olevilla lastaimilla ja purkaimilla on tehokkuuden lisäksi etuna parempi pölynhallinta, joka voi olla joillekin tuotteille oleellista. Laivan omien nosturien käyttö voi olla tehokkain tapa, koska kaikkia lastiruumia voidaan käsitellä samanaikaisesti. Suomessa laivan omia nostureita käytetään yleisesti mm. hiililastien käsittelyssä (kuva 6). Omien nostureiden käytön etuna voi olla myös laivan henkilökunnan käyttämisen tehokkuus esim. työajan käytön suhteen.



Kuva 5. Esimerkki kuivan irtolastin käsittelyyn käytettävästä laivan lastaimesta ([www.Siwertell.com](http://www.Siwertell.com))



Kuva 6. Esimerkki irtolastialuksesta, joka on varustettu omilla nostureilla (lähde: [www.ESL-Shipping.fi](http://www.ESL-Shipping.fi)).

## 5. Säiliöalukset

Säiliö- eli tankkialuksilla kuljetetaan nestemäisiä irtolasteja (nestebulkkia), kuten raakaöljyä ja öljytuotteita, kaasuja ja kemikaaleja. Alukset ovat joko yleistankkereita tai erikoistankkereita, toisin sanoen ne on rakennettu vain tiettyjen tuotteiden kuljetuksiin. Nestebulkin siirto aluksen ja varastosäiliön välillä hoidetaan terminaalin ja alusten omien pumppujen avulla. Pumppauksen tehokkuuteen vaikuttavat mm. tuotteen ominaisuudet (esim. viskositeetti), lastinkäsittelyputkien määrä, koko ja pumppujen tehokkuus, käytettävissä olevien sataman ja laivan välisten lastausvarsien tai putkien määrä ja koko (kuva 7).



Kuva 7. Säiliöaluksen lastausvarret ([www.macgregor.com](http://www.macgregor.com))

## 2 Alusten satama-aikojen arviointi

### 2.1 Suomen satamia koskevat tilastoanalyysit

#### 2.1.1 Lähtötiedot

Alusten satama-aikoja Suomessa koskevat tilastoanalyysit perustuivat Portnet- ja Liikenneviraston MLT-tilaston tietoihin vuodelta 2016. Portnet-järjestelmän pohjalta saatiin seuraavat tiedot:

- alusten tulo- ja lähtöajat satamittain (pvm, kellonaika)
- aluksen tunnistetiedot (nimi ja IMO-numero)
- tietoja aluksen lastista (esim. kuiva irtolasti, kappaletavara, kontit, sahatavara, paperi/selluloosa, muu tavara).

Liikenneviraston MLT-tilaston tietoja käytettiin aluksen ominaisuuksien (mm. aluksen tyyppi ja kantavuus) liittämiseksi Portnet-tietoihin. Lisäksi MLT-aineistosta saatiin tiedot aluksilla satamittain lähteneistä ja saapuneista lastin ja kuljetusvälineiden (suuryksiköiden) määristä. Tietojen yhdistäminen tehtiin aluksen IMO-numeroon ja aluksen saapumispäivämäärään perustuen.

Analyysit koskivat seuraavia satamia: HaminaKotka, Loviisa, Sköldvik, Helsinki, Hanko, Turku, Naantali, Uusikaupunki, Rauma, Pori, Kaskinen, Vaasa, Pietarsaari, Kokkola ja Oulu (Kemin Portnet-tiedot olivat puutteellisia, joten ne eivät mahdollistaneet analyysijä).

Analyysit tehtiin alustyypeittäin, joita olivat Liikenneviraston MLT-tietojen mukaisesti: konttialus, roro-alus, irtolastialus, muu kuivalastialus, säiliöalus, öljysäiliöalus, kemikaalisäiliöalus ja kaasusäiliöalus. Tavaralajitiedon puutteiden vuoksi tavaralajikohtaisia analyysijä tehtiin ainoastaan konventionaalisten kuivalastialusten lastien osalta. Näidenkin analyysien ongelmana oli se, että alusten lasti voi muodostua eri tavaralajeista, joiden koostumus vaihtelee myös kuljetussuunnittain.

#### 2.1.2 Analyysien sisältö ja lastinkäsittelynopeutta kuvaavat tunnusluvut

Aluksen lastinkäsittelynopeudella tarkoitetaan tässä yhteydessä käsiteltävän lastin määrällä aluksen satamassa viipymistuntia kohti. Lastin määrää mitataan tonneissa lukuun ottamatta konttialuksia ja osittain myös roro-aluksia, joissa lastin määrää mitataan kuljetusvälineiden lukumäärinä (roro-alusten osalta käytettiin myös tonnimäärää). Lastinkäsittelynopeutta kuvaavan tunnusluvun yksikkö on siten tonnia (kuljetusvälineitä)/ satamatunti. Aluksen satamassa viipymisajan pituus on Portnet-järjestelmän mukainen aluksen saapumis- ja lähtöaikojen välinen aika 10 minuutin tarkkuudella. Puutteellisten aluskäyntitietojen osuus oli satamittain keskimäärin alle 5 %.

Analyyseissa laadittiin kunkin sataman ja alustyyppin osalta seuraavat analyysit:

- aluksen satamatunnin aikana käsitellyn lastin määrän sekä saapuneen ja lähteneen lastin kokonaismäärän välinen regressio,
- aluksen satamatunnin aikana käsitellyn lastin määrän ja aluksen kantavuuden (dwt) välinen regressio.

Esimerkkejä satamakohtaisista regressioanalyyseistä on esitetty liitteessä 1.



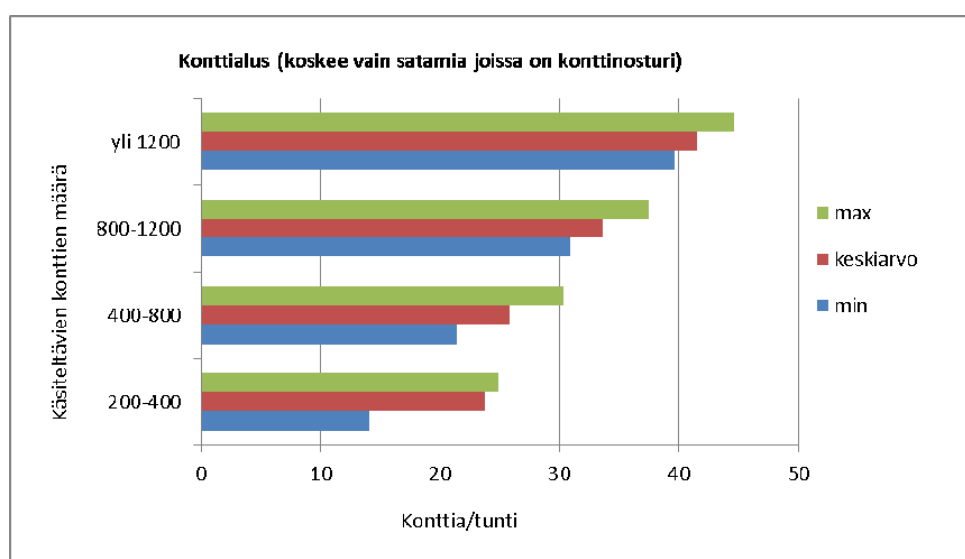
Analysien perusteella käsiteltävän kokonaislastimäärän todettiin selittävän kaikkien alustyyppien kohdalla aluksen kantavuutta paremmin lastinkäsittelynopeutta. Seuraavassa esitetään alustyypeittäin satamakohtaisin regressionanalyysiin perustuvat lastinkäsittelynopeudet lastimääräluokittain. Keskiarvojen lisäksi on esitetty lastinkäsittelynopeuden vaihteluvälit eli havaitut satamakohtaiset pienimmät ja suurimmat arvot. Käytetyt lastimääräluokat valittiin alustyyppikohtaisesti niin, että ne edustivat kattavasti Suomen satamissa käsiteltäviä aluskohtaisia lastimääriä.

### 2.1.3 Konttialukset

Yleisesti ottaen lastinkäsittelynopeus on sitä suurempi mitä suurempi on käsiteltävien konttien määrä. Satamissa, joissa on konttinosturi, lastinkäsittelynopeus on huomattavasti suurempi kuin satamissa, joissa konttien siirto alukseen ja aluksesta hoidetaan muunlaista nostokalustoa (mm. mobiilinostureita) käyttäen. Suurimmissa konttisatamissa purettavien ja lastattavien konttien määrä oli enimmillään yli 1200 konttia alusta kohti. Tällöin päästään keskimäärin 42 kontin käsittelynopeuteen aluksen satamatuntia kohti. Satamissa, joissa käytössä ei ole konttinosturia, käsiteltävien konttien määrät ovat pieniä ja käsittelynopeus jää keskimäärin alle 10 kontin aluksen satamatuntia kohti (taulukko 1, kuva 8).

*Taulukko 1. Keskimääräiset konttinostojen nopeudet (nostoa/aluksen satamatunti) Suomen satamissa.*

Konttien nostoon käytettävä nosturyyppi	Käsiteltävien konttien määrä/ alus				
	100-200 konttia/h	200-400 konttia/h	400-800 konttia/h	800-1200 konttia/h	yli 1200 konttia/h
Konttinosturi	15	24	26	34	42
Muu nosturi	7	9	-	-	-



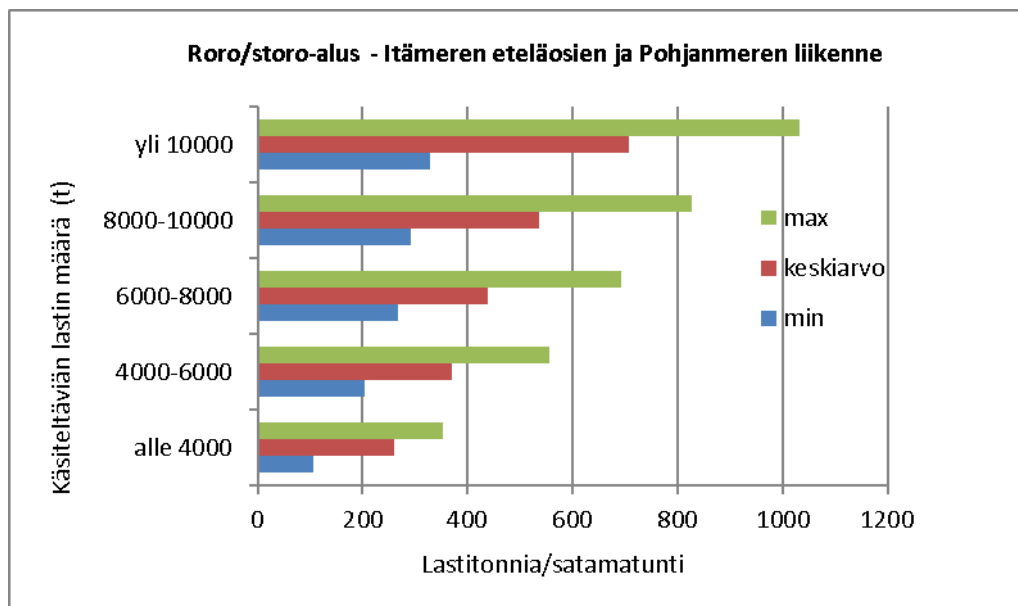
*Kuva 8. Konttialusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit satamissa, joissa on konttinosturi.*

#### 2.1.4 Roro- ja storo-alukset

Osa roro-alusliikenteestä on tarkasti aikataulutettua. Varsinkin kuljetusvälineitä (kuorma-autoja ja irtoperävaunuja) ja matkustajia kuljettavien ns. ropax-alusten aikataulut ovat kiinteitä, mikä tarkoittaa, että alukset pyrkivät lähtemään aina aikataulun mukaisesti. Käytetty lastinkäsittelyn nopeuden laskentamenetelmä soveltuu huonosti näiden alusten lastinkäsittelyn nopeuden arviointiin. Tämän tyyppistä liikennettä on mm. Suomen ja Viron sekä Suomen ja Ruotsin välinen ropaxliikenne. Seuraavassa esitettävät tilastoanalyysien tulokset koskevatkin pelkästään Itämeren eteläosien/ Pohjanmeren liikennettä, jossa käytetään sekä roro- ja storo-aluksia.

Tarkasteluun valitut Itämeren ja Pohjanmeren merilinjat palvelevat teollisuuden ja kaupan eri aloja. Merkittävä osa vientilasteista muodostuu metsäteollisuuden tuotteista. Vastaavasti tuonnissa merkittävä osa on sekalaista kappaletavaraa ja myös teollisuuden raaka-aineita. Lastinsiirrossa käytetään sekä roro- että storo-tekniikkaa. Lastien sekalaisen koostumuksen vuoksi lastin määrää mitattiin tonneina kuljetusvälineiden määrän asemasta. Lastinkäsittelyn tehokkuuden tunnuslukuna lastitonni/satamatunti soveltuu myös paremmin hankearvioinnin tarpeisiin, sillä esimerkiksi metsäteollisuuden vientiennusteet esitetään tonnimäärinä.

Alusten keskimääräinen lastinkäsittelyn nopeus oli 260–710 tonnia/satamatunti riippuen käsiteltävän lastin määrästä (kuva 9). Suurimmat nopeudet koskivat sataamia, joissa pääosa lastista on paperin vientikuljetuksia. Todetut lastinkäsittelyn nopeuden vaihtelut olivat suuria myös sataman sisällä. Keskeinen syy tähän oli alusten saapumisajoilla. Esimerkiksi, kun alus saapuu varhain aamulla ja lähtee myöhään illalla, voidaan lastinkäsittely hoitaa yhtäjaksoisesti. Sen sijaan myöhään illalla saapuvan aluksen lastinkäsittely keskeytyy yleensä yön ajaksi, jolloin suuri osa aluksen satama-ajasta on odotteluaikaa.



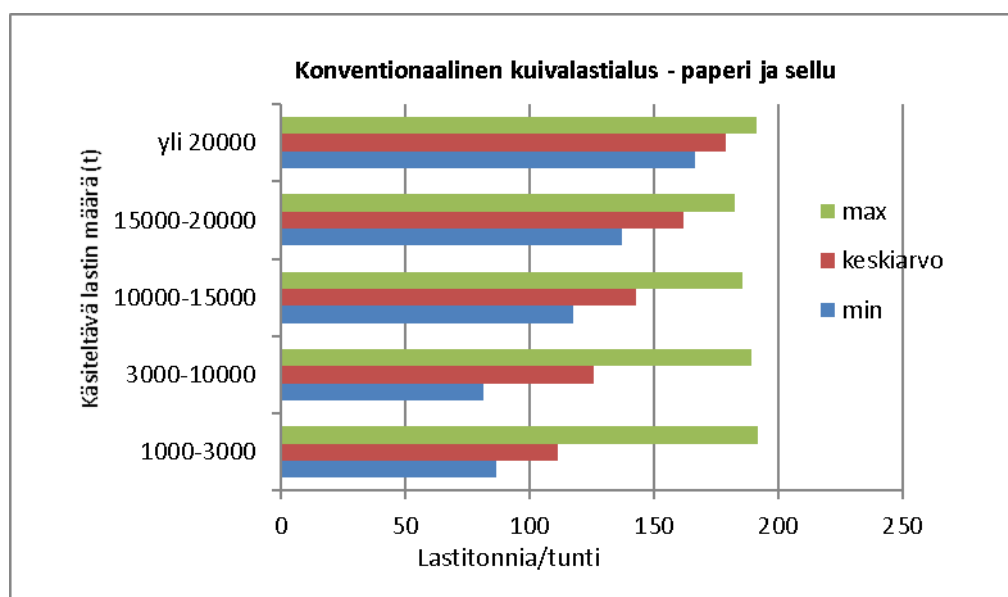
Kuva 9. Roro-/storo-alusten lastinsiirron keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit Itämeren eteläosien ja Pohjanmeren liikenteessä.

### 2.1.5 Konventionaaliset kuivalastialukset

Konventionaalisten kuivalastialusten lastinkäsittelynopeudet ovat hyvin pitkälle eri tavaralajeille ominaisia, mikä vuoksi analyysit on laadittu erikseen paperille ja sellulle, sahatavaralle, raakapuulle, metalleille, lannoitteille ja hiilelle. Tulosten luotettavuuteen voi vaikuttaa se, että alusten lastit muodostuvat usein eri tavara-lajeista ja ne ovat eri kuljetussuunnissa myös erilaisia. Tavaralajitietoa ei ollut myöskään aina saatavilla tai se oli määritetty suuntaakohtaisesti päätavaralajin mukaan.

#### Paperi ja sellu

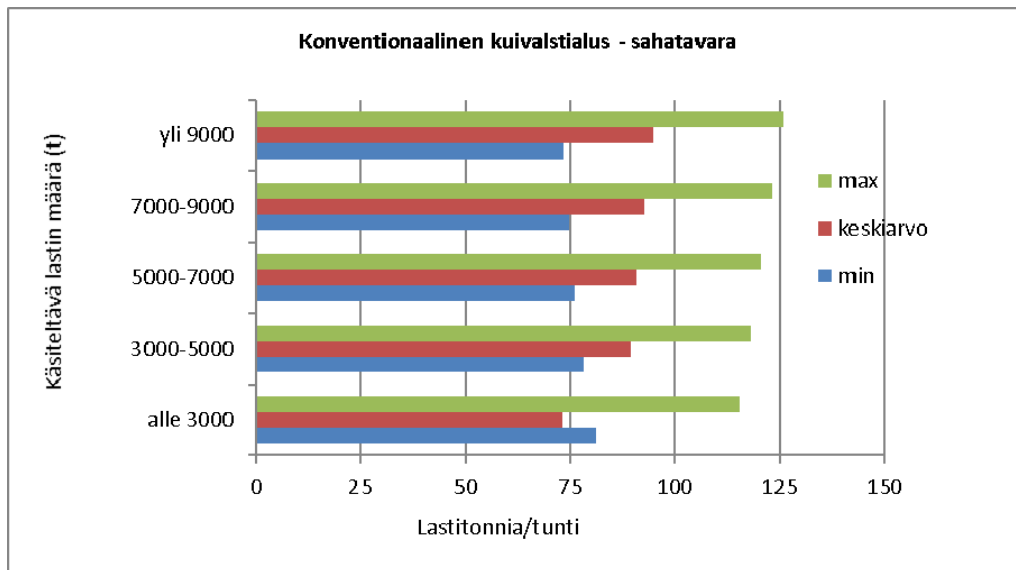
Paperin ja sellun keskimääräinen lastinkäsittelynopeus oli 120–170 tonnia/satamatunti (kuva 10). Suurimmat nopeudet havaittiin satamissa, jossa konventionaalisten alusten laivauksista kaikki tai suurin osa oli sellua. Onkin ilmeistä, että sellun lastinkäsittelyssä päästään noin 30 % suurempaan nopeuteen kuin paperin ja sellun käsittelyssä keskimäärin. Vastaavasti paperin käsittelyssä keskimääräinen nopeus on kuvan 10 keskiarvoa noin 20 % pienempi.



Kuva 10. Konventionaalisten kuivalastialusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit paperin ja sellun kuljetuksissa.

#### Sahatavara

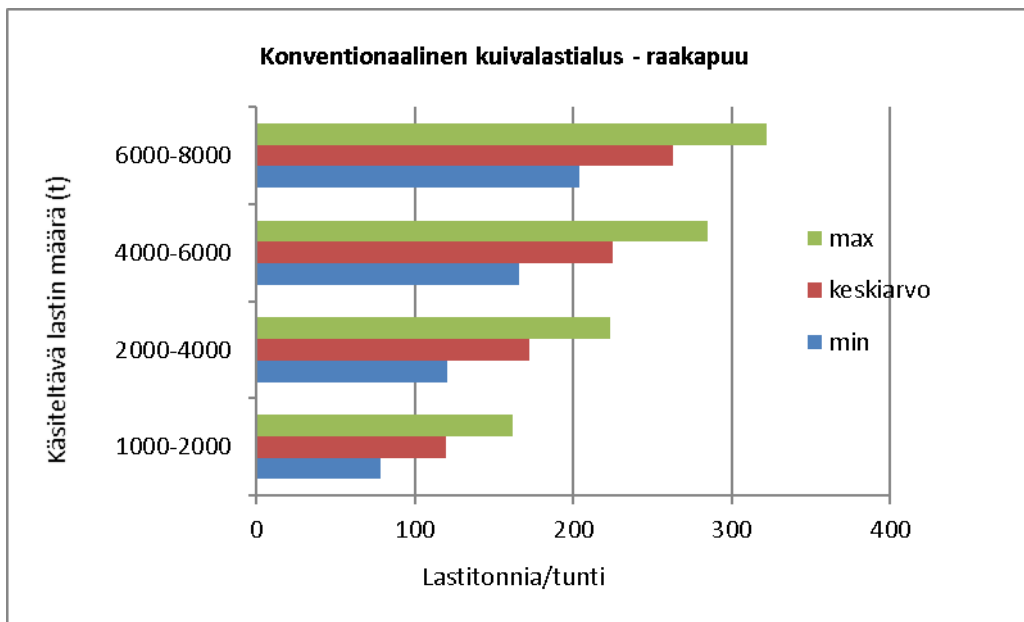
Sahatavaran kuljetuksissa keskimääräinen lastinkäsittelynopeus on lähes riippumaton käsiteltävän lastin määrästä. Havaittu keskimääräinen lastinkäsittelynopeus oli noin 80–90 tonnia/satamatunti. Huomionarvoista oli, että minimiarvot pienenevät ja maksimiarvot kasvoivat käsiteltävän lastimäärän suurentuessa (kuva 11). Tämä on todennäköisesti seurausta satamien erilaisista toimintatavoista. Mikäli toimitaan yhdellä nosturilla, hidastaa aluskoon kasvu yleensä lastinkäsittelyä, sillä nosturien ulottumat eivät riitä kaikkein suurimpien alusten ruuman pohjalle asti. Lastaus on aloitettava tällöin joko aluksen omilla nostureilla tai vaijerinostureilla. Toisaalta lastinkäsittelyä voidaan nopeuttaa käyttämällä lastauksessa useampia nostureita ja ahtausryhmiä.



Kuva 11. Konventionaalisten kuivalastialusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit sahatavaran kuljetuksissa.

### Raakapuu

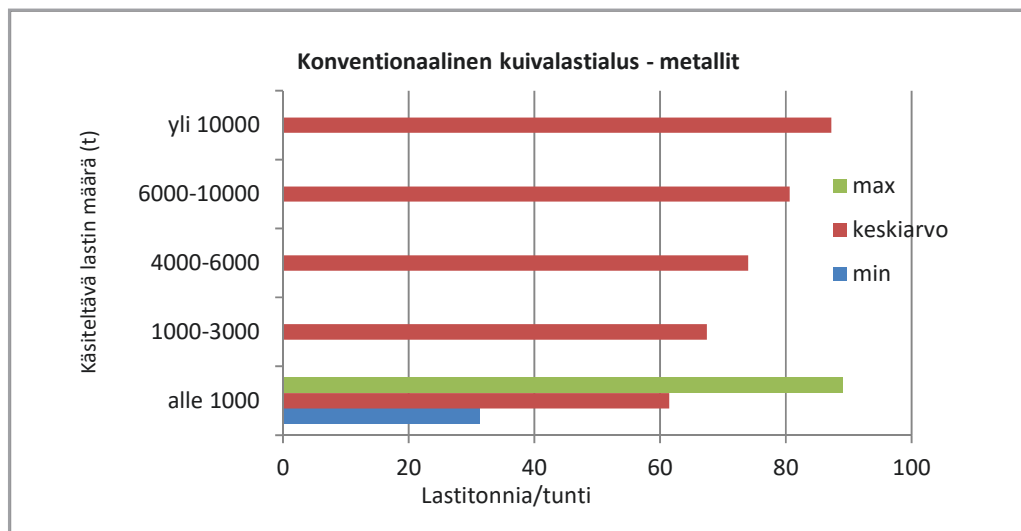
Tilastoanalyysien mukaan raakapuun lastinkäsittelyssä keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet olivat käsiteltävän lastin määrästä riippuen 120–260 tonnia/tunti. Suurin satamakohtainen lastinkäsittelyn nopeus oli noin 320 tonnia/satamatunti, joka edellytti 6000–8000 tonnin lastimäärää (kuva 12).



Kuva 12. Konventionaalisten kuivalastialusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit raakapuun kuljetuksissa.

## Metallit

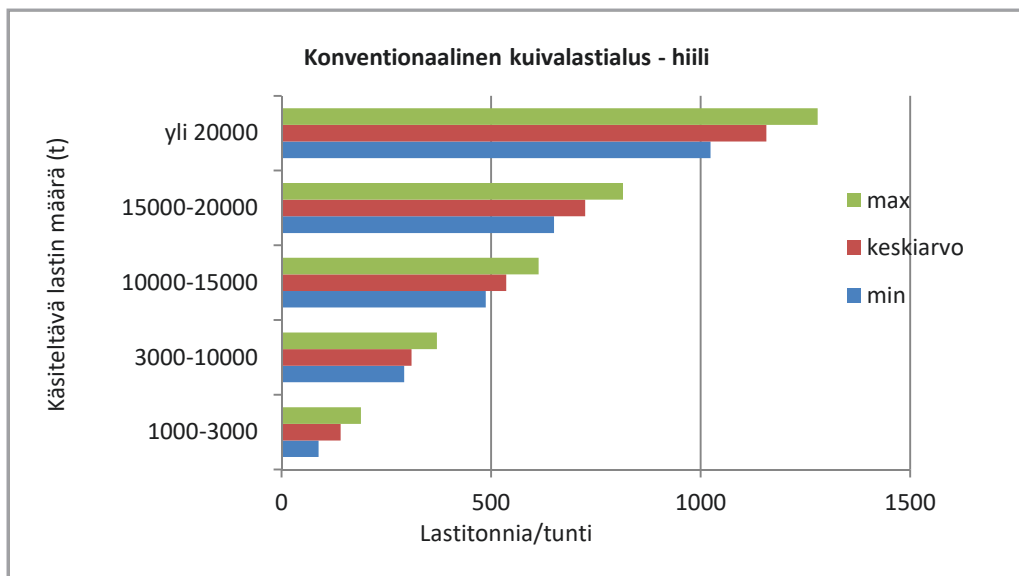
Metallien kuljetuksissa käsiteltävät lastimäärät ovat yleensä pieniä, yleensä alle 2000 tonnia. Tätä suurempia lastimääriä käsiteltiin vain yhdessä tarkasteluun sisältyneessä satamassa. Pienissä noin 1000 tonnin lastien käsittelyssä keskimääräinen nopeus oli noin 60 tonnia/satamatunti. Tätä suuremmilla lastimäärillä keskimääräinen käsittelynopeus oli 70–90 tonnia/satamatunti (kuva 13).



Kuva 13. Konventionaalisten kuivalastialusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit metallien kuljetuksissa.

## Hiili

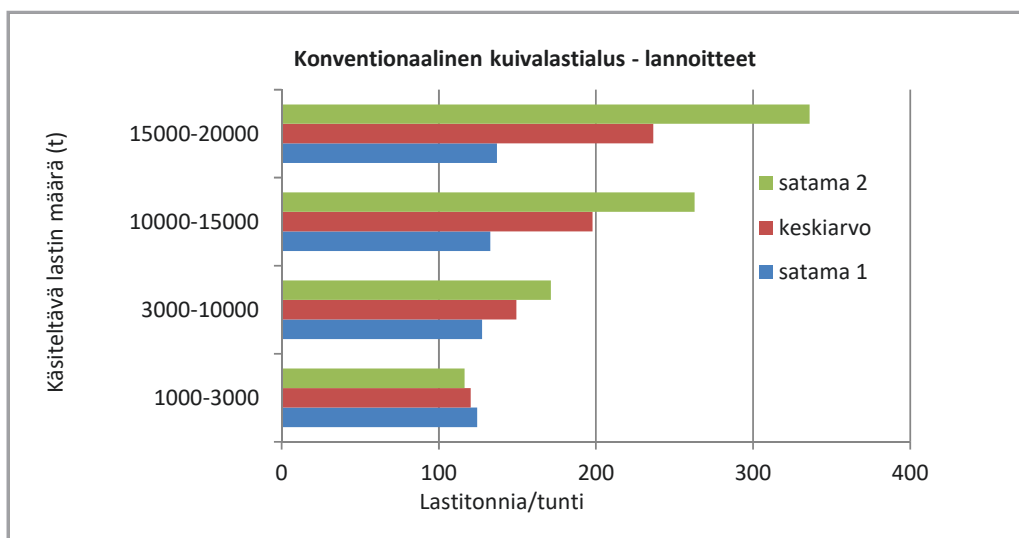
Hiilen lastinkäsittelyn nopeus kasvaa voimakkaasti käsiteltävän lastimäärän kasvaessa. Pienimpien 1000–3000 tonnin lastien keskimääräinen käsittelynopeus on 100–200 tonnia/satamatunti ja suurimpien noin 20 000 tonnin lastien käsittelynopeus 800–1000 tonnia/satamatunti (kuva 14). Suurimpien lastien kuljetuksissa käytettävillä aluksilla oli omat nosturit (esim. ESL:n alukset), kun taas pienempien lastien kuljetuksissa käytettävillä aluksilla ei niitä yleensä ole.



Kuva 14. Konventionaalisten kuivalastialusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit hiilen kuljetuksissa.

### Lannoitteet

Analyyseissä oli käytettävissä vain kahta satamaa koskevat lannoitekuljetusten tiedot. Toisessa satamassa (kuvassa satama 1) lannoitekuljetukset hoidetaan pääasiassa säkkitavarana ja toisessa (kuvassa satama 2) irtotavarana. Satamien erilaisten lastinkäsittelytapojen vuoksi myös lastinkäsittelyn nopeudet eroavat merkittävästi toisistaan. Sataman 1 keskimääräinen säkkitavaran lastinkäsittelyn nopeus oli lähes riippumaton lastimäärästä eli 120–140 tonnia/satamatunti. Sen sijaan sataman 2 irtotavaran käsittelyn nopeus (120–340 tonnia/satamatunti) oli selkeästi käsiteltävän lastin määrästä riippuvainen (kuva 15).

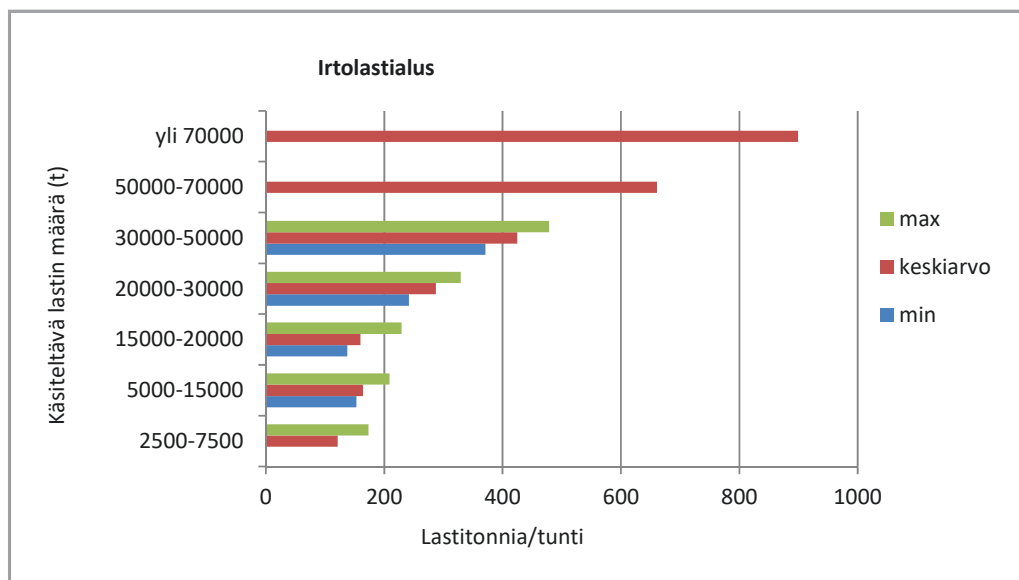


Kuva 15. Konventionaalisten kuivalastialusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit lannoitteiden kuljetuksissa.

### 2.1.6 Kuivabulk-alukset

Kuivabulk-aluksilla kuljetaan hyvin monenlaisia tavaroita kuten rikasteita, mineraaleja, sementtiä, raakapuuta, sellua, haketta, lannoitteita ja sahatavaraa. Käytävissä oleva aineisto ei mahdollistanut kattavia tavaralajikohtaisia analyysejä, vaan irtotavaroita tarkasteltiin yhtenä kokonaisuutena, joista oli poistettu sellun, sahatavaran, raakapuun ja hiilen kuljetukset, koska niiden käsittely on luonteeltaan eri tyyppistä kuin esimerkiksi jauhemaisten irtotavaroiden käsittely ja näiden tavaralajien osalta kuivabulk-alusten lastinkäsittelynopeudet vastaavat melko hyvin konventionaalisten kuivalastialusten arvoja. Analyysien tulokset kuvaavat siten lähinnä rikasteiden, mineraalien, sementin, hakkeen ja lannoitteiden (irtotavarana) käsittelynopeuksia.

Lastimäärän kasvu nopeuttaa irtotavaroiden lastinkäsittelyä merkittävästi (kuva 16). Tämän taustalla on mm. suurten alusten ja lastimäärien käsittelyyn erikoistuneiden satamien tehokkaat lastinkäsittelyjärjestelmät. Esimerkiksi suurien rikastemäärien käsittelyssä käytetään automaattisia kuljettimia, jolloin lastinkäsittelynopeus voi kasvaa parhaimmillaan noin 800 tonniin aluksen satamatuntia kohti. Suuret alukset mahdollistavat myös useampien nostureiden samanaikaisen käytön.

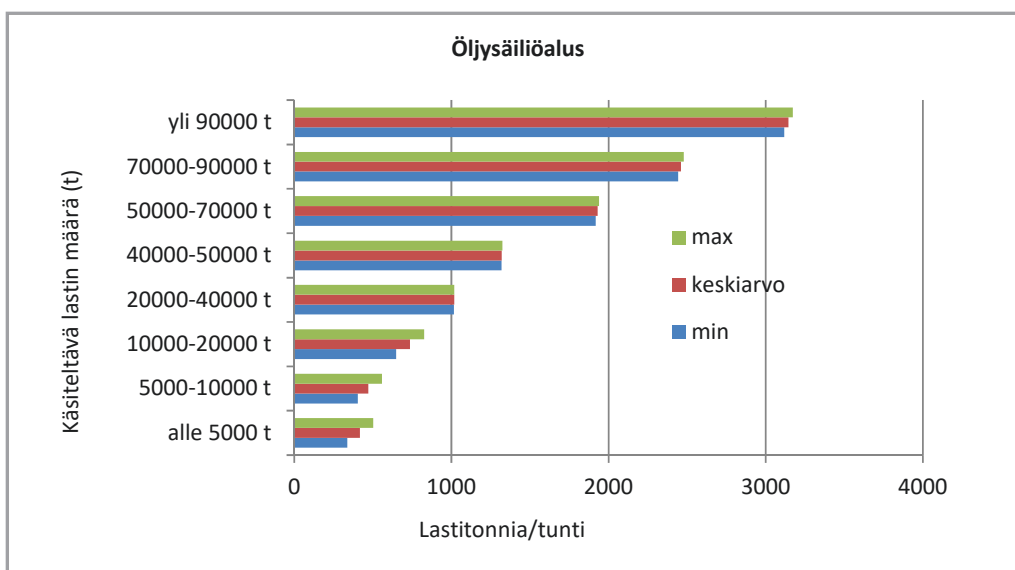


Kuva 16. Kuivabulk-alusten lastinkäsittelyn keskimääräiset nopeudet ja niiden vaihteluvälit.

## 2.1.7 Säiliöalukset

### Öljysäiliöalukset

Suurimmat öljysäiliöalusten lastinkäsittelynopeudet koskevat öljynjalostamoille tuotavan raakaöljyn lastinkäsittelyä. Öljytuotteiden jakelussa määräsatamissa lastinkäsittelynopeudet ovat suurempia kuin öljynjalostamoilta lähtevissä kuljetuksissa. Keskimääräinen lastinkäsittelynopeus jakeluterminaaleissa oli alle 5000 tonnin lasteissa 420 tonnia, 5000–10000 tonnin lasteissa 470 tonnia ja 10000–20 000 tonnin lasteissa keskimäärin 740 tonnia/satamatunti. Terminaalien väliset erot ovat hyvin pieniä, sillä samat alukset käyvät useissa eri satamissa ja lastinkäsittelynopeus on riippuvainen alusten pumppaustehosta eikä niinkään satamaterminaalin ominaisuuksista. Yli 20000 tonnin lastimääriä pumpataan vain öljyjalostamoilla, joissa päästään suurimmillaan yli 3000 tonnin lastinkäsittelynopeuteen/satamatunti (kuva 17).

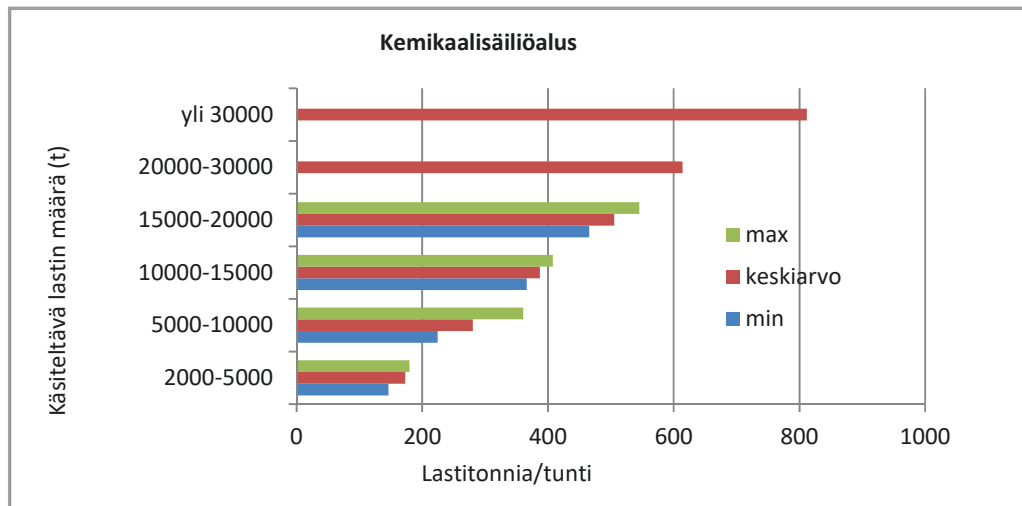


Kuva 17. Öljysäiliöalusten lastinkäsittelyn keskimääräiset nopeudet ja niiden vaihteluvälit (kuvassa alle 20000 tonnin lastimäärät koskevat avain öljytuotteiden tuontiterminaaleja).

### Kemikaalisäiliöalukset

Kemikaalisäiliöalusten lastinkäsittelynopeudet ovat hieman pienempiä kuin öljysäiliöalusten nopeudet vastaavien lastimäärien kohdalla. Suurimmat käsiteltävät lastit olivat lähes 40 000 tonnin suuruisia, jolloin päästiin keskimäärin noin 800 tonnin lastinkäsittelynopeuteen. Erot satamien välillä olivat pieniä (kuva 18).

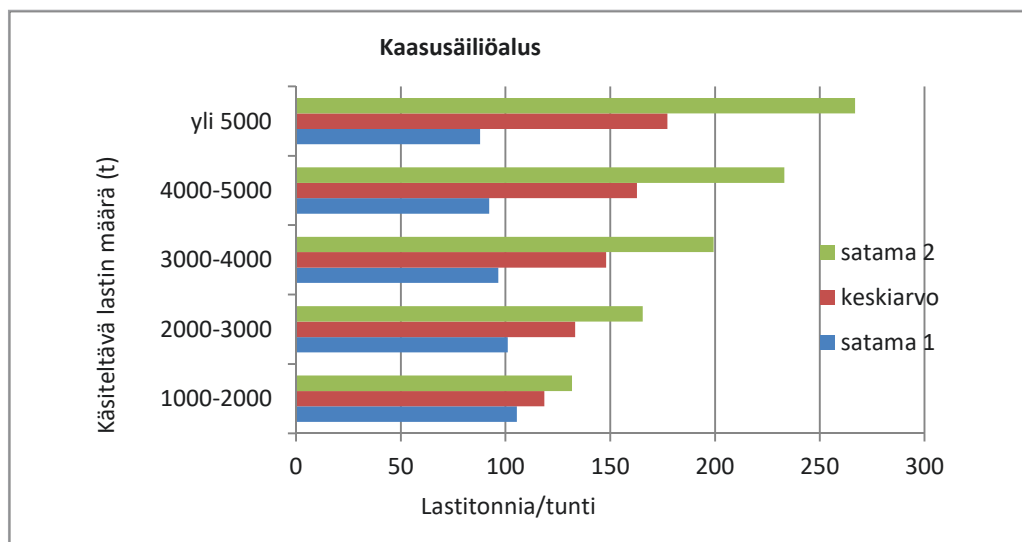




Kuva 18. Kemikaalisäiliöalusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit.

### Kaasusäiliöalukset

Kaasusäiliöaluksia koskevia havaintoja oli riittävästi vain kahden eri sataman osalta. Molemmissa satamissa suurimmat käsiteltävät lastimäärät olivat noin 6000 tonnia. Toisen sataman (kuvassa satama 1) liikenteestä lähtevän ja saapuvan kaasuliikenteen määrät olivat lähes yhtä suuret. Keskimääräinen lastinkäsittelynopeus oli 90–100 tonnia/satamatunti ja se pieneni lastimäärän kasvaessa. Vastaavasti toisen sataman (kuvassa satama 2) liikenteestä pääosa oli satamasta lähteviä kaasun kuljetuksia. Keskimääräinen lastinkäsittelynopeus oli lastimäärästä riippuen 130–260 tonnia/satamatunti (kuva 19).



Kuva 19. Kemikaalisäiliöalusten keskimääräiset lastinkäsittelyn nopeudet ja niiden vaihteluvälit.

## 2.2 Haastattelut

### 2.2.1 Haastattelujen sisältö

Työn aikana haastateltiin 13 satamaoperaattoria ja 8 varustamo/alusten operoijaa sekä Satamaoperaattorit ry:n ja Satamaliiton johdon edustajia (liite 2). Haastateltavat satamaoperaattorit toimivat yhteensä 32 eri satamassa (samassa satamassa toimii yleensä useita eri operaattoreita) ja käsittelevät kaikkia tutkimuksessa tarkasteltavia lastityyppejä. Vastaavasti varustamojen/ alusten operoijien alukset edustivat kaikkia tarkasteltavia alustyyppiejä.

### 2.2.2 Satama-ajan merkitys varustamojen ja alusten operoijien näkökulmasta

Varustamoille ja alusten rahtaajille alusten satama-ajan pituus on erittäin tärkeä kustannustekijä. Alusten satama-aikaa pyritään tämän vuoksi kaikin tavoin lyhentämään. Aikarahtauksessa ja linjaliikenteessä satama-aika vaikuttaa suoraan alusten päiväkustannusten suuruuteen. Linjaliikenteessä nopealla lastinkäsittelyllä on vaikutuksia myös polttoainekustannuksiin, sillä kun lastinkäsittely valmistuu hyvissä ajoin ja muut edellytykset ovat kunnossa, voi laiva lähteä satamasta ennen aikataulunmukaista lähtöaikaa. Tällöin voidaan ajaa pienemmällä nopeudella, jolloin polttoaineenkulutus pienenee. Varustamojen mukaan merkittävimmät alusten satamassa viipymisaikojen lyhentämisen esteet ovat ahtaajien työajat ja yöllä tapahtuvan lastaustoiminnan rajoitukset.

Varustamot pyrkivät itse lyhentämään satama-aikoja mm. seuraavasti:

- alusten poiketessa useassa satamassa, suunnitellaan eri satamiin menevien lastien sijoittelu aluksessa niin, että purkaminen sujuu mahdollisimman nopeasti,
- käytetään alusten omia nostureita aina kun se on mahdollista ja tehokkain ratkaisu, kuten esimerkiksi hiilen käsittelyssä,
- lastin purun nopeuttamiseksi tehdään laivan alkuvalmistelut ja tarpeelliset paperityöt jo ennen satamaan saapumista.

### 2.2.3 Satama-aikoihin vaikuttavat tekijät ja lastinkäsittelyn tehokkuusarviot

#### Yleistä

Satamaoperaattorien mukaan aluksen satamassaoloaikaan vaikuttavat varsinaiseen lastinkäsittelyyn kuluva ajan ohella mm. alusten saapumisajan ajoittuminen, satamien aukioloaika, työehtosopimukset, lastille tehtävät tarkistukset, aluksen ruuman puhdistus, alukselle tehtävät muut huoltotoimet ja korjaukset.

Sataman laivapuolen lastinkäsittelyä tehdään yleensä kuutena päivänä viikossa (mape 2 vuoroa ja lauantaina aamuvuoro). Yöaikaan ja sunnuntaisin on sallittu työskentely vain ylitöinä. Ylitöitä tehdään tarvittaessa ja siitä sovitaan aina varustamon ja/tai rahtaajan kanssa. Sataman maapuoli on tyypillisesti avoinna 24/7 periaatteella. Esimerkiksi, jos alus saapuu satamaan lauantai-iltana, alkaa sen lastinkäsittely ilman ylitöitä vasta maanantaiaamuna. Suuren konventionaalisen aluksen satamassaolo-

aika voi venyä hitaan lastinkäsittelyn ja työaikajärjestelyjen vuoksi jopa 10 päivään, josta muuhun kuin lastinkäsittelyyn kuluva aikaa on yli kolmannes.

### **Konttiliikenne**

Konttien käsittelyssä tärkeimmät alusten satamassa viipymisaikoihin vaikuttavat tekijät ovat käsiteltävien konttien määrä, aluksen koko, käytettävien nosturien ominaisuudet ja määrä ja terminaalien täyttöaste. Lastinkäsittelyn tehokkuus paranee yleensä käsiteltävien konttien määrän kasvaessa. Suurten konttialusten lastin käsittely on hieman nopeampaa kuin pienten alusten, sillä yhtä isoa alusta kohti voidaan käyttää 2–3 nosturia ja ahtaajaryhmää samanaikaisesti. Myös terminaalien täyttöaste vaikuttaa tehokkuuteen. Suuri täyttöaste kasvattaa siirtomatkoja ja pidentää siten konttien siirtoon kuluva aikaa.

Satamissa, joissa on konttinosturit, keskimääräinen tehokkuusarvo oli haastattelujen mukaan 20–32 nostoa/tunti/nosturi ja suurin arvo 41 nostoa/tunti/nosturi. Verratessa em. lukuja tilastoanalyysien tuloksiin, on otettava huomioon, että isoa alusta kohti käytössä on usein useampia nostureita. Satamaoperaattorien ilmoittamat arvot ja tilastoanalyysien tulokset tukevat siten toisiaan.

### **Roro/storo-alukset**

Kun kuljetusvälineitä on paljon, voidaan aluksen lastausta ja purkua nopeuttaa esimerkiksi lisäämällä työssä käytettävien vetomestareiden määrää. Aikataulujen ohella lastinkäsittelyn nopeuteen vaikuttavat myös lastin koostumus ja alusten tekniset ominaisuudet erityisesti storo-alusten osalta.

Roro/storo-alusten lastinkäsittelytehoon vaikuttavat erityisesti aluksen tyyppi, lastinkäsittelytapa, aluksen koko ja ominaisuudet sekä lastin siirroissa käytettävät koneet ja niiden määrä. Perinteisten roro-alusten lastinkäsittely on selvästi nopeampaa kuin storo-alusten lastinkäsittely. Aluksen suuri koko kasvattaa siirtomatkoja ja hidastaa siten lastinkäsittelyä. Toisaalta suuret laivat ovat tilavampia ja niissä on suuremmat hissit, toisin sanoen enemmän tilaa toimia.

Haasteltavien mukaan roro-alusten lastinkäsittelyyn käytettävä aika vaihtelee hyvin paljon, minkä vuoksi tarkkoja tehokkuusarvioita ei voida esittää.

### **Konventionaaliset kuivalastialukset**

Konventionaalisten alusten lastinkäsittelytehoon vaikuttavat hyvin monet tekijät kuten nosturien ominaisuudet, työryhmien lukumäärä, käsiteltävän lastin määrä ja koostumus, muihin satamiin menevät osalastit, aluksen koko, tavaralaji ja sen yksiköintitapa, aluksen lastitilojen ominaisuudet ja sää.

Breakbulk-lastien käsittely on yleensä tehokkainta mobiilinostureilla. Suurten alusten kohdalla tehokkuutta voidaan kasvattaa käyttämällä kahta tai joskus kolmea nosturia ja ahtaajaryhmää. Pienet alukset on yleensä hoidettava yhdellä nosturilla ja ahtausrhymällä. Käytettävien mobiilinosturien ulottuma ei riitä suurimpien alusten ruuman pohjalle asti. Tällöin joudutaan aluksi käyttämään alusten nostureita tai satamien kiinteitä vaijerinostureita, mikä yleensä hidastaa lastinkäsittelyä. Vaijerinosturien käyttö on kuitenkin tehokkain ratkaisu erittäin raskaiden taakkojen nostoissa.

Yleisesti ottaen lastimäärän kasvu nopeuttaa lastinkäsittelyä, mutta jos aluksessa on myös muihin satamiin meneviä lasteja, on vaikutus yleensä päinvastainen. Myös kansien siirtelytarve hidasta toimintaa.

Haastateltavien esittämiä tyypillisiä lastinkäsittelytehoja tavaralajeittain:

- sahatavara 130–180 tonnia/tunti,
- sellu: 250 tonnia/tunti (hyvä ”boxilaiva” 300–350 tonnia/tunti),
- paperi: 150–200 tonnia/tunti,
- säkit 100 tonnia/tunti,
- metallit noin 50 tonnia/tunti.

Edellä esitetyt lastinkäsittelytehot vastaavat melko hyvin tilastanalyysien tuloksia, kun otetaan huomioon, että tilastanalyysissä mitattiin lastinkäsittelytehoa koko aluksen satamassa viipymisajalta, johon sisältyy tavallisesti vain kaksi työvuoroa vuorokautta kohti.

### **Irtolastialukset**

Kuivabulkin käsittelyssä käytetään kiinteitä satamanostureita, hydraulinostureita, alusten omia nostureita ja kuljettimia. Lastinkäsittelyn tehokkuus riippuu pitkälti käytettävästä laitteistosta. Tärkeimmät muut lastinkäsittelytehoon vaikuttavat tekijät ovat laivan koko ja malli, käsiteltävän tuotteen ominaisuudet ja sääolosuhteet.

Suuren irtolastialuksen lastinkäsittely on yleensä hitaampaa kuin pienen aluksen. Tämä johtuu kasvavista nosto-/siirtomatkoista sekä kaluston ulottumien riittämättömyydestä, minkä vuoksi joudutaan käyttämään laivan omia nostureita, jotka ovat yleensä tehottomampia lukuun ottamatta hiilialusten nostureita. Lastinkäsittelyä voidaan toisaalta nopeuttaa käyttämällä useita nostureita samanaikaisesti (esimerkiksi Panamax-luokan aluksia voidaan käsitellä 3 nosturilla).

Tiettyjä bulkkeja ei voida käsitellä sateella.

Tyypillisiä irtolastialusten lastinkäsittelyn tehokkuusarvioita:

- lastit satamanostureilla: 250–350 tonnia/tunti,
- isot hiililaivat laivojen omilla nostureilla: 1000 tonnia/tunti,
- lastin siirto kuljettimilla: 750–900 tonnia/tunti.

Edellä esitetyt lastinkäsittelytehot vastaavat melko hyvin tilastanalyysien tuloksia.

### **Säiliöalukset**

Säiliöalusten lastin purkuun käytetään aluksen pumppuja. Vastaavasti alusten lastaamisessa käytetään terminaalien pumppuja. Tärkeimmät lastinsiirron nopeuteen vaikuttavat tekijät ovat pumppujen tehot, käsiteltävien tuotteiden määrä sekä mahdollisuus ottaa vastaan ja purkaa useita tuotelajeja samanaikaisesti.

Haastattelujen mukaan öljytuotteiden ja kemikaalien käsittelyteho vaihtelee hyvin paljon riippuen aluksesta ja terminaalien laitteistoista. Haastateltavien mukaan vaihteluväli voi olla 150–1000 tonnia/tunti, mikä vastaa tilastanalyysien tuloksia.

#### 2.2.4 Suomalaisen ja ulkomaisten satamien vertailua

Varustamojen haastattelujen mukaan kotimaisten ja ulkomaisten satamien välillä ei ole merkittäviä eroja lastinkäsittelytehossa. Suurimmat erot ovat joustavuudessa ja aukioloajoissa ulkomaisten satamien hyväksi. Sekä Suomessa että ulkomailla on sekä tehokkaita että vähemmän tehokkaita satamia. Varustamojen mukaan mitään yleistä ei voida esittää.

## 2.3 Ulkomaiset tutkimukset

Kansainvälinen satamien lastinkäsittelyä koskeva tutkimus käsittelee pääosaksi maailman suurimpia konttisatamia. Sen sijaan esimerkiksi Suomen vientiteollisuuden kannalta tärkeiden tavaralajien kuten metsäteollisuuden tuotteiden breakbulk-käsittelyn tehokkuutta koskevia tutkimustietoja ei ollut saatavilla.

### Kontit

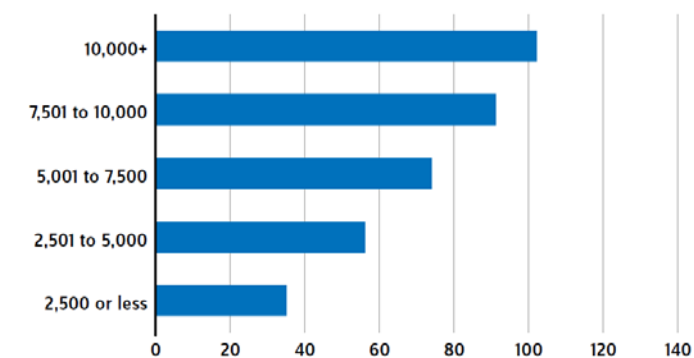
JOC Group seuraa maailman suurimpien satamien tuottavuutta. Konttisatamien ja -terminaalien tuottavuuden mittarina JOC käyttää tuottavuutta laituripaikkaa kohti (berth productivity), jolla tarkoitetaan alukseen lastattujen ja purettujen konttien määrää aluksen satamatuntia kohti. Toisin sanoen käytetty mittari vastaa tämän selvityksen tilastoanalyysissä käytettyä tunnuslukua. JOC tarkastelee tuottavuutta merialueittain, joista yhden alueen muodostavat Eurooppa, Lähi-Itä ja Afrikka. Tuottavuutta tarkastellaan myös aluksen kokoluokittain, joka perustuu TEU-yksiköihin perustuvaan aluksen kapasiteettiin.

JOC'in seurannan mukaan maailman tehokkaimmat satamat sijaitsevat Kiinassa ja Japanissa, jossa suurimmat terminaalikohtaiset tehokkuusarvot ovat yli 100 siirtoa/tunti. Suurin terminaalikohtainen keskiarvo, 163 konttia/tunti, saavutettiin Yokohaman ATM-terminaalissa. Näin suureen tehokkuuteen pääseminen edellyttää erittäin pitkälle vietyä sataman teknistä suunnittelua, useiden satamanostureiden käyttöä alusta kohti ja tarkkaa aluskohtaista lastinkäsittelyn suunnittelua ennen aluksen saapumista satamaan. Tehokkaimmissa satamissa käyvät konttialukset ovat myös kaikkein suurimpia, yli 8000 TEUn aluksia.

Suomen konttialusliikenteen tehokkuuden kannalta tärkeimpiä ovat Euroopan ja erityisesti Pohjanmerellä sijaitsevien satamien tehokkuus, sillä pääosa Suomen konttaliikenteestä hoidetaan feeder-liikenteenä näiden satamien kautta. Nämä satamat operoivat sekä maa- että meripuolella 24 tuntia jokaisena viikon päivänä. Suomen feeder-liikenteessä käytettävät alukset ovat maailman mittalaavassa melko pieniä, maksimissaankin alle 3600 TEUn aluksia.

Pohjanmeren satamista suurimmat tehokkuusarvot saavutettiin vuonna 2013 Saksan Bremerhavenin ja Hampurin, Alankomaiden Rotterdamin, Belgian Zeebruggen ja Iso-Britannian Southamptonin satamissa. Kaikissa näissä satamissa käsiteltiin keskimäärin (aluksen koosta riippumatta) yli 80 konttia tunnissa. Terminaalikohtaisesti mitattuna suurin tehokkuusarvo saavutettiin Rotterdamin APM-terminaalissa (92 konttia/tunti). Euroopan, Lähi-Idän ja Afrikan keskimääräiset tehokkuusarvot aluksen kokoluokittain on esitetty kuvassa 20. Alusten kokoluokassa alle 2500 TEU (aluksen maksimisyväys noin 11 m) keskimääräinen tehokkuusarvo oli 36 konttia/tunti ja kokoluokassa 2500–5000 TEU (maksimisyväys 11–14 m) tehokkuusarvo oli 57 konttia/tunti.

2013 BERTH PRODUCTIVITY BY VESSEL SIZE: EUROPE, MIDDLE EAST, AFRICA  
Vessel Size in TEUs



Source: JOC Group Inc. Port Productivity Data

Kuva 20. Konttilaiturin tuottavuus (konttien siirtoja/tunti) suurimmissa Euroopan, Lähi-Idän ja Afrikan satamissa vuonna 2013 (lähde: JOC Group<sup>1</sup>).

## 2.4 Johtopäätökset

Tilastoanalyysissä tarkasteltiin käsiteltyä lastimäärää aluksen satama-aikaa kohti (sisältää myös ajan, jolloin lastinkäsittelyä ei tehdä kuten esimerkiksi normaalissa kaksivuorotyössä yöaikaan). Haastatteluissa esitetyt tehokkuusarvot olivat pelkästään lastinkäsittelyyn kuluva aikayksikköä kohti. Kun aluksen lastinkäsittely tehdään yhtäjaksoisesti (kuten esimerkiksi konttialusten ja säiliöalusten käsittely) muodostuu aluksen satamassa viipymisaika lähes täysin lastinkäsittelyyn kuluva ajasta. Tällöin edellä mainituilla erilaisilla tarkastelunäkökulmilla ei ole merkitystä. Sen sijaan esimerkiksi konventionaalisten kuivalastialusten satamassa viipymisaika on keskimäärin noin kolmanneksen pidempi kuin pelkästään lastinkäsittelyyn kuluva aika. Ottaen huomioon edellä mainitut erilaiset lastinkäsittelyn tehokkuuden tarkastelunäkökulmat, ovat tilastoanalyysien ja satamaoperaattorien haastattelujen tulokset varsin hyvin linjassa keskenään.

Konttien käsittelyä lukuun ottamatta työssä ei onnistuttu löytämään luotettavia ulkomaisia satamia koskevia tutkimus- tai tilastotietoja, jotka olisivat vertailukelpoisia tehtyjen tilastonalyysien kanssa. Tämän vuoksi ulkomaisia satamia koskevat tehokkuusarviot ovat jossain määrin epävarmoja. Toisaalta varustamojen haastattelujen perusteella tavanomaisissa Suomen viennin ja tuonnin kuljetuksissa ulkomaisen satamien tehokkuudet ovat samaa luokkaa kuin Suomessa. Eroja voi aiheutua kuitenkin satamien aukioloajoista. Suomessa satamat toimivat öljy- ja kaasutermiinaaleja lukuun ottamatta kahdessa työvuorossa (+ lauantain aamuvuoro), kun taas monissa Euroopan satamissa (esim. Baltian maiden satamissa) toimitaan ympäri vuorokauden. Epävarmuutta hankearvioinneissa aiheuttaa myös se, ettei käytettävistä ulkomaan satamista ole aina tietoa.

<sup>1</sup> Berth Productivity. The Trends, Outlook and Market forces Impacting Ship turnaround times. JOC Group 2014.

Konttien käsittelyssä tehokkaimmat ulkomaiset satamat pystyvät huomattavasti tehokkaampaan konttien käsittelyyn kuin kotimaiset konttisatamat. Ero koskee kuitenkin vain suuria valtamerialuksia, joiden koko on yli 8000 TEU. Kaikki vuonna 2016 Suomessa käyneet konttialukset olivat alle 3000 TEU:n aluksia, joiden osalta Suomen konttisatamien ja Pohjanmeren satamien välillä tehokkuusarvoissa ei havaittu merkittäviä eroja. Tätä suurempien alusten lastinkäsittelytehosta Suomessa ei ole tietoa. Todennäköisesti niissä Suomen satamissa, jossa voidaan käyttää useita konttinostureita aluksen lastinkäsittelyyn, voidaan saavuttaa vastaava teho kuin feeder-liikenteen vastasatamissa.

Tilastoanalyysien, haastattelujen ja ulkomaisten selvitysten perusteella lastinkäsittelyn nopeuden ohjearvot ovat määritettävissä kiinteiden aikataulujen mukaisesti liikennöiviä ”puhtaita” roro-aluksia aluksia ja kaasusäiliöaluksia lukuun ottamatta. Kaasusäiliöalusten havaintoja oli vain kahdesta satamasta, joissa lastinkäsittelyn nopeudet poikkesivat toisistaan erittäin merkittävästi. Tavaralajikohtaiset arvot ovat määritettävissä konventionaalisten kuvalastialusten paperin/sellun, sahatavaran, metallien, hiilen ja lannoitteiden (säkki- ja irtotavara eriteltynä) osalta.

## 3 Hankearvioinneissa käytettävät ohjearvot

### 3.1 Ohjearvojen soveltaminen

Hankearvioinneissa alustyyppi- ja tavaralajikohtaisia ohjearvoja käytetään alusten satamassa viipymisaikojen pituuden ja alusten satamakustannusten arviointiin. Ohjearvot ovat lähtökohtana myös alusten satamassa syntyvien päästöjen määrien ja kustannusten laskennalle. Samoja ohjearvoja käytetään sekä Suomen että ulkomaisten satamissa. Ohjearvo pitää siten sisällään myös muuhun kuin lastinkäsittelyyn kuuluvan ajan. Aluksen viipymisaika määritetään ohjearvon avulla seuraavasti:

Aluksen viipymisaika satamassa (h) = käsiteltävän lastin määrä (tonnia)/ ohjearvo (tonnia/tunti).

Meriväylien kannattavuuslaskelmissa tarkastellaan vertailuvaihtoehdon ja väylän syventämisen mahdollistamia aluskokoja ja niiden mahdollistamia maksimilasteja. Saavutettava meriväylän syventämisen suurin hyöty perustuu silloin suurempien alusten vuoksi väheneviin ajoaikasuoritteisiin. Toisaalta suurempiin aluksiin siirtyminen vaikuttaa myös alusten satamassa viipymisaikoihin, jotka voivat joko pidentyä tai lyhentyä. Alusten satamakustannusten arvioinnissa käytetään ohjearvoja, jotka vastaavat alusten maksimilastien mukaisia lastinkäsittelynopeuksia.

Ohjearvioista voidaan poiketa perustelluista syistä esimerkiksi, jos voidaan osoittaa, että sataman nykyinen lastinkäsittelytekniikka, väylän syventämishankkeen yhteydessä tehtävät investoinnit sataman lastinkäsittelytekniikkaan tai satamassa käytettävät resurssit (esim. käytettävien nostureiden määrä) mahdollistavat ohjearvoa nopeamman lastinkäsittelynopeuden. Lastinkäsittelytekniikkaan hankkeen yhteydessä tehtävät investoinnit on otettava huomioon hankkeen investointikustannuksena. Vastaavasti, jos hankkeen valmistuttua lastinkäsittelyssä käytettäviä resursseja lisätään, tulisi tästä aiheutuvat lisäkustannukset ottaa kannattavuuslaskelmassa huomioon.

Ohjearvoille voi olla myös muunlaista tarvetta. Usein suuri osa alusten satamäkäynneistä perustuu osalastien jättämiseen tai noutamiseen. Toisin sanoen samassa aluksessa kuljetetaan usean eri lähtö- ja/tai määräsataman lasteja. Mikäli halutaan arvioida esimerkiksi kuljetusten keskittämisen vaikutuksia (jolloin aluksen käsiteltävä lastimäärä kasvaa), tarvitaan arvioita osalastien lastinkäsittelyyn kuluva ajasta. Osalastit ovat tavanomaisia erityisesti kontti- ja roro/storo-liikenteessä, konventionaalisilla aluksilla hoidettavissa yksikkötavaran kuljetuksissa sekä öljytuotteiden ja kemikaalien kuljetuksissa.



Ohjearvot määritetään erikseen alusten syväysluokakohtaisille maksimilasteille ja osalasteille, jotka vastaavat tilastonalyysseissä käytettyjä lastimääräluokkia. Ohje-  
arvojen määrittämisessä käytettävät maksimilastit ovat alustyypeittäin Liikenneviraston  
alusten yksikkökustannukset 2013-julkaisun<sup>2</sup> mukaisia. Lastimääriä mitataan ton-  
neina lukuun ottamatta konttiliikennettä, jossa lastimäärää mitataan TEU-yksikköinä.  
Analyysien mukaiset konttimäärät muutetaan TEU-yksiköiksi kertoimella 1,45, joka  
perustuu vuoden 2013 ulkomaan meriliikenteen tilastossa esitettyjen TEU-yksiköiden  
ja konttien kokonaismäärän suhteeseen.

## 3.2 Alustyyppikohtaiset ohjearvot

### 3.2.1 Konttialukset

Konttialusten lastimäärää tarkastellaan käsiteltävien konttien määrinä sekä TEU-  
yksikköinä (taulukot 2–3).

*Taulukko 2. Konttialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävien konttien määrä	Lastinkäsittelynopeus	
	(konttia/h)	(TEU/h)
200–400	23	33
400–800	26	38
800–1200	33	48
yli 1200	42	61

Oletus: 1 kontti on keskimäärin 1,45 TEU

*Taulukko 3. Konttialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (TEU)	Lastinkäsittely nopeus (TEU/h)	Satama-aika (h)
6	157	29	5
7	400	36	11
8	755	44	17
9	1222	61	20
10	1801	64	28
11	2491	67	37
12	3293	70	47
13	4206	73	58
14	5232	75	69

Oletus: 1 kontti on keskimäärin 1,45 TEU

<sup>2</sup> Tapio Karvonen, Anssi Lappalainen: Alusliikenteen yksikkökustannukset 2013. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2014.

### 3.2.2 Roro-/storo-alukset

Ohjearvot koskevat Itämeren eteläosien ja Pohjanmeren roro/storo-liikennettä (taulukot 4–5).

*Taulukko 4. Roro-/storo-alusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelyn nopeus (tonnia/h)
alle 4000	260
4000–6000	370
6000–8000	440
8000–10000	540
yli 10000	710

*Taulukko 5. Roro-/storo-alusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittelyn nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
5	2213	250	9
6	4413	350	13
7	7364	450	16
8	11066	700	16
9	15520	800	19
10	20725	1000	21

### 3.2.3 Konventionaaliset kuivalastialukset

Konventionaalisten alusten ohjearvot koskevat paperin ja sellun kuljetuksia (taulukot 6–7), sahatavaran kuljetuksia (taulukot 8–9), raakapuun kuljetuksia (taulukot 10–11), kivihiilen kuljetuksia (taulukot 12–13) ja lannoitteiden kuljetuksia (taulukot 14–15).

#### Paperi ja sellu

*Taulukko 6. Paperin ja sellun kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuivalastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelyn nopeus (tonnia/h)
1000–3000	110
3000–10000	130
10000–15000	140
15000–20000	160
yli 20000	180

*Taulukko 7. Paperin ja sellun kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuivalastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
4	1876	110	17
5	3421	125	27
6	5425	130	42
7	7890	135	58
8	10815	150	72
9	14200	155	92
10	18046	160	113
11	22351	180	124
12	27117	185	147

Mikäli kuljetukset koskevat yksinomaan sellua, korotetaan ohjearvoja 30 %:lla ja vastaavasti jos kuljetukset koskevat vain paperia, pienennetään ohjearvoja 30 %:lla.

### Sahatavara

*Taulukko 8. Sahatavaran kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuivalastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelynopeus (tonnia/h)
alle 3000	70
3000-5000	75
5000-7000	80
7000-9000	90
yli 9000	95

*Taulukko 9. Sahatavaran kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuivalastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
4	1876	70	27
5	3421	75	46
6	5425	80	68
7	7890	90	88
8	10815	95	114
9	14200	100	142
10	18046	105	172
11	22351	110	203
12	27117	120	226

## Raakapuu

*Taulukko 10. Raakapuun kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuiva-lastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelynopeus (tonnia/h)
1000-3000	120
3000-4000	170
4000-6000	220
6000-8000	260
yli 8000	280

*Taulukko 11. Raakapuun kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuiva-lastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
4	1876	120	16
5	3421	170	20
6	5425	220	25
7	7890	260	30
8	10815	280	39

## Kivihiili

*Taulukko 12. Kivihiilen kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuiva-lastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelynopeus (tonnia/h)
alle 3000	140
3000-10000	310
10000-15000	540
15000-20000	720
yli 20000	910

*Taulukko 13. Kivihiilen kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuiva-lastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
4	1876	140	13
5	3421	190	18
6	5425	270	20
7	7890	360	22
8	10815	470	23
9	14200	600	24
10	18046	740	24
11	22351	910	25
12	27117	1000	27

## Lannoitteet

*Taulukko 14. Lannoitteiden kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuiva-lastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelynopeus	
	säkkitavara (tonnia/h)	irtotavara (tonnia/h)
1000-3000	120	120
3000-10000	130	170
10000-15000	135	260
15000-20000	140	340

*Taulukko 15. Lannoitteiden kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuiva-lastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

### Säkkitavara

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
4	1876	120	16
5	3421	125	27
6	5425	125	43
7	7890	130	61
8	10815	130	83
9	14200	135	105
10	18046	135	134
11	22351	140	160
12	27117	140	194

### Irtotavara

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
4	1876	120	16
5	3421	140	24
6	5425	160	34
7	7890	190	42
8	10815	220	49
9	14200	270	53
10	18046	310	58
11	22351	370	60
12	27117	420	65

### 3.2.4 Kuivabulk-alukset

Kuivabulk-alusten ohjearvot (taulukot 16–17) koskevat seuraavia tavaralajeja: rikasteet, mineraalit, sementti, hake ja lannoitteet. Raakapuun, sellun, sahatavaran ja hiilen osalta käytetään konventionaalisten kuivalastialusten ohjearvoja.

*Taulukko 16. Irtotavaran kuljetuksissa käytettävien kuivabulk-alusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelyn nopeus (tonnia/h)
2500-7500	140
5000-15000	160
15000-20000	160
20000-30000	290
30000-50000	430
50000-70000	660
yli 70000	830

*Taulukko 17. Irtotavaran kuljetuksissa käytettävien kuivabulk-alusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohdistaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittelyn nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
8	13918	160	87
9	20613	180	115
10	28618	260	110
11	37934	350	108
12	48560	420	116
13	60496	660	92
14	73743	750	98
15	88301	900	98

### 3.2.5 Öljysäiliöalukset

Öljysäiliöalusten ohjearvot koskevat raakaöljyn tuontia öljynjalostamoille ja öljytuotteiden jakelukuljetuksia rannikon terminaaleihin (taulukot 18–19).

*Taulukko 18. Raakaöljyn ja öljytuotteiden kuljetuksissa käytettävien säiliöalusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelyn nopeus (tonnia/h)
alle 5000	400
5000-10000	500
10000-20000	700
20000-40000	1000
40000-50000	1300
50000-70000	1900
70000-90000	2500
yli 90000	3100

*Taulukko 19. Raakaöljyn ja öljytuotteiden kuljetuksissa käytettävien säiliöalusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
6	3022	350	9
7	6366	400	16
8	10943	500	22
9	16752	700	24
10	23793	900	26
11	32066	1100	29
12	41571	1400	30
13	52309	1800	29
14	64278	2100	31
15	77479	2600	30
16	91913	3100	30

### 3.2.6 Kemikaalisäiliöalukset

Kemikaalisäiliöalusten ohjearvot koskevat kaikkia nestemäisiä kemikaaleja (taulukot 20–21).

*Taulukko 20. Nestemäisten kemikaalien kuljetuksissa käytettävien säiliöalusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.*

Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelyn nopeus (tonnia/h)
2000-5000	190
5000-10000	280
10000-15000	390
15000-20000	500
yli 20000	680

*Taulukko 21. Nestemäisten kemikaalien kuljetuksissa käytettävien säiliöalusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot alusten syväysluokkakohtaisten maksimilastien mukaan.*

Aluksen syväys (m)	Maksimilasti (t)	Lastinkäsittely nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
6	3022	170	18
7	6366	250	25
8	10943	350	31
9	16752	490	34
10	23793	650	37
11	32066	850	38

### 3.3 Esimerkkejä ohjearvojen käytöstä

#### Meriväylien syventämishankkeet

Tavanomainen arvioitava hanke on vesiväylän syventäminen, jolloin tarvitaan arvio vertailuvaihtoehdossa ja hankevaihtoehdossa käytettävien alusten satama-aikojen pituuksista. Näiden arvioiden avulla lasketaan hankevaihtoehdon aiheuttama aluskustannusten muutos satamassa. Aluskustannusten laskennassa käytetään vesiväylien hankearviointiohjeen mukaisia yksikkökustannuksia (€/alus-vrk)

*Esimerkki 1. Hankkeessa konttisataman meriväylä syvennetään 9,0 metristä 11,0 metrin kulkusyvyyteen. Hankkeen seurauksena satamassa käyvien konttialusten koko kasvaa muutamassa vuodessa uuden maksimisyvyyden mukaiseksi.*

Hankearvioinnin ohjeistuksen mukaan satamakustannukset lasketaan vertailu- ja hankevaihtoehdoissa käytettävien alusten maksimikapasiteettien perusteella. Vertailuvaihtoehdossa aluksen lastikapasiteetti on taulukon 3 mukaisesti 1222 TEU-yksikköä ja sitä vastaava satama-ajan ohjearvo 61 TEU/h. Vastaavasti hankevaihtoehdossa aluksen lastikapasiteetti on 2491 TEU-yksikköä ja satama-ajan ohjearvo 67 TEU/h. Tällöin alusten satama-aikojen pituudet ovat seuraavat:

	Aluksen maksimilasti (TEU)	Lastinkäsittely- nopeus (TEU/h)	Satama-aika (h)
Vertailuvaihtoehto (syväys 9,0 m)	1222	61	20,1
Hankevaihtoehto (syväys 11,0)	2491	67	37,3

Alusten yksikkökustannukset satamassa (€/alus-vrk) ja satama-ajan kustannukset ovat seuraavat:

	Aluksen satamakustannus (€/alus-vrk)	Aluskustannukset (€/satamakäynti)	Aluskustannukset (€/TEU)
Vertailuvaihtoehto (syväys 9,0 m)	14004	11708	9,6
Hankevaihtoehto (syväys 11,0)	21474	33416	13,4
<b>Kustannussäästö</b>		<b>-21707</b>	<b>-3,8</b>

Suurempaan alukseen siirtyminen lisää siten alusten satamakustannuksia 21 707 euroa/aluskäynti ja 3,8 € TEU-yksikköä kohti. Kannattavuuslaskelmassa on otettava huomioon myös vastaava ulkomaan satamassa aiheutuva lisäkustannus, toisin sanoen kustannukset kasvavat lähtö- ja määräsatamassa yhteensä 7,6 €/TEU. Väylän syventämisellä saavutettava hyöty voi perustua suuremman aluksen käytöllä saavutettaviin säästöihin ajokustannuksissa.



*Esimerkki 2. Hankkeessa sataman meriväylä syvennetään 10,0 metristä 12,0 metrin kulkusyvyyteen. Syventämisestä on arvioitu hyötyvän kuivabulk-aluksilla hoidettavat irtolastikuljetukset.*

Esimerkin 1 mukaisesti satamakustannukset lasketaan vertailu- ja hankevaihtoehtoisissa käytettävien alusten lastikapasiteettien perusteella. Vertailuvaihtoehtoon aluksen lastikapasiteetti on taulukon 16 mukaisesti 28616 tonnia ja sitä vastaava satama-ajan ohjearvo 260 t/h. Vastaavasti hankevaihtoehtossa aluksen maksimikapasiteetti on 48560 tonnia ja satama-ajan ohjearvo 420 t/h. Tällöin alusten satama-aikojen pituudet ovat seuraavat:

	Aluksen maksimilasti (t)	Lastinkäsittely- nopeus (t/h)	Satama-aika (h)
Vertailuvaihtoehto (syväys 9,0 m)	28618	260	110,1
Hankevaihtoehto (syväys 11,0)	48560	420	115,6

Alusten yksikkökustannukset ja satama-ajan kustannukset ovat seuraavat:

	Aluksen satamakustannus (€/alus-vrk)	Aluskustannukset (€/satamakäynti)	Aluskustannukset (€/tonni)
Vertailuvaihtoehto (syväys 9,0 m)	11372	52154	1,8
Hankevaihtoehto (syväys 11,0)	14240	68601	1,4
<b>Kustannussäästö</b>		<b>-16446</b>	<b>0,4</b>

Suurempaan alukseen siirtyminen lisää siten aluksen satamakustannuksia 16446 euroa/aluskäynti, mutta pienentää kustannusta 0,4 euroa lastitonnia kohti. Kannattavuuslaskelmassa on otettava huomioon myös vastaava ulkomaan satamassa saavutettava säästö, toisin sanoen alusten satamakustannukset pienenevät lähtö- ja määräsatamassa yhteensä 0,8 €/tonni. Väylän syventämisellä saavutetaan lisäksi hyötyä ajokustannuksissa.

### **Osalastikohtainen tarkastelu**

Kun esimerkiksi halutaan selvittää, miten kuljetusten keskittäminen yhteen satamaan vaikuttaa aluskustannuksiin (aluksen koko ei muutu), voidaan alusten satamakustannusten muutos arvioida osalastin kokoa vastaavaan käsittelyn nopeuteen perustuen.

*Esimerkki 3. Konventionaalisella kuivalastialuksella (maksimisyväys 11,0 m ja lasti-  
kapasiteetti 18 046 tonnia) satamasta noudettavan sahatavaralastin  
kokoa kasvatetaan kuljetuksia keskittämällä 4 000 tonnista 12 000  
tonnin.*

Taulukon 7 mukaan osalastia 4000 tonnia vastaava lastinkäsittelynopeuden ohjearvo on 75 tonnia/h ja osalastia 12000 tonnia vastaava arvo 95 tonnia/h. Tällöin aluksen satamakäynnin pituudet ovat vaihtoehtoisin seuraavat:

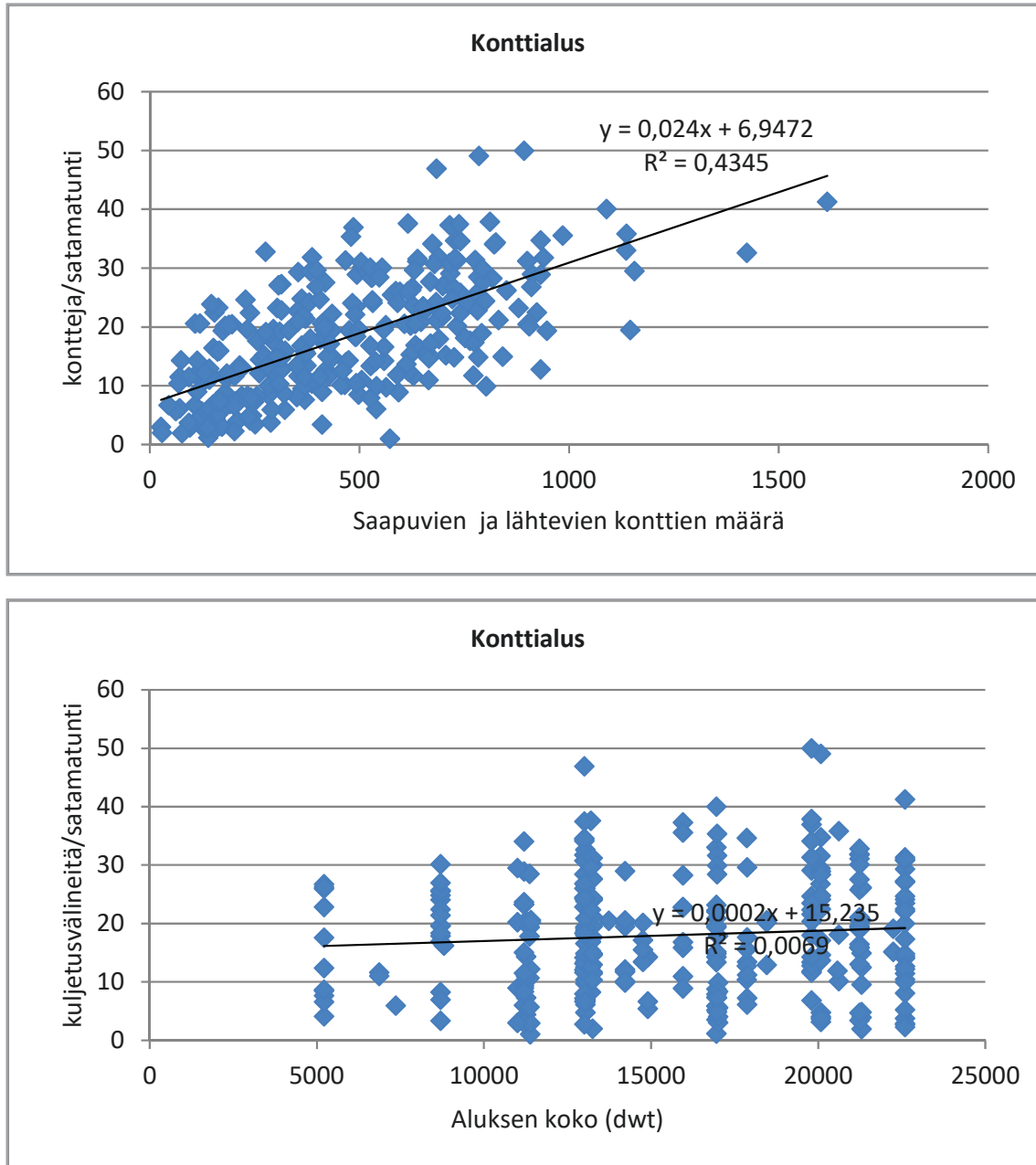
	Käsiteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelynopeus (t/h)	Satama-aika (h)
Vertailuvaihtoehto (syväys 9,0 m)	4000	75	53,3
Hankevaihtoehto (syväys 11,0)	12000	95	126,3

Käytettävän aluksen yksikkökustannus satamassa on 16 613 €/alus-vrk. Tällöin satamakäyntien kustannukset ovat seuraavat:

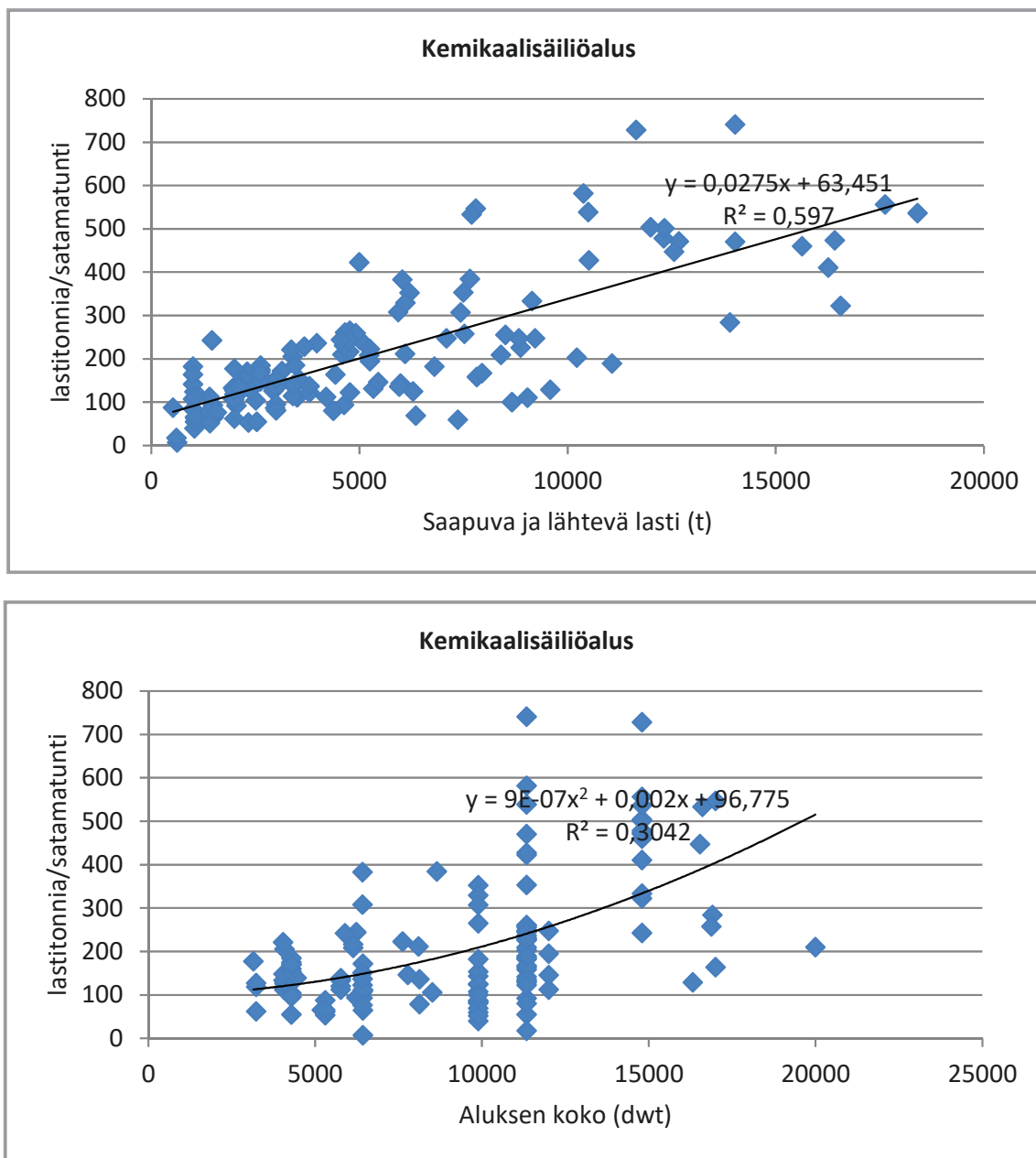
	Aluksen satamakustannus (€/alus-vrk)	Aluskustannukset (€/satamakäynti)	Aluskustannukset (€/tonni)
Vertailuvaihtoehto (syväys 9,0 m)	16613	36918	9,2
Hankevaihtoehto (syväys 11,0)	16613	87437	7,3
<b>Kustannussäästö</b>		<b>-50519</b>	<b>1,9</b>

Kuljetusten keskittämisen seurauksena aluksen yhden satamakäynnin kustannukset kasvavat 50 519 euroa, mutta kustannukset pienenevät 1,9 euroa lastitonnia kohti.

## Esimerkkejä satamakohtaisista regressioanalyysistä



Kuva 1. Erään sataman konttialusten käyntejä koskevat regressioanalyysit. Ylemmässä kuvassa on esitetty lastinkäsittelynopeuden ja satamassa käsiteltävän lastimäärän välinen regressio. Alemmassa kuvassa on esitetty lastinkäsittelynopeuden ja aluksen kantavuuden välinen regressio.



Kuva 2. Erään sataman kemikaalisäiliöäluuskäyntejä koskevat regressioanalyysit. Ylemmässä kuvassa on esitetty lastinkäsittelyn nopeuden ja satamassa käsiteltävän lastimäärän välinen regressio. Alemmassa kuvassa on esitetty lastinkäsittelyn nopeuden ja aluksen kantavuuden välinen regressio.

## Työssä haasteltavana olleet organisaatiot

Satamaoperaattorit	Satamat, jossa operoidaan	Operoitavat lastityypit
Steveco	Kotka, Hamina, Helsinki	kontit, roro/storo, breakbulk (lolo), kuivabulk
Finnsteve	Helsinki	kontit, roro/storo
Hacklin	Pori, Hamina, Helsinki, Kotka	kontit, kuivabulk, breakbulk (lolo)
Herman Andersson	Oulu	kontit, roro/storo, breakbulk (lolo), kuivabulk, nestebulk
Rauanheimo	Kokkola, Hamina	kuivabulk (rikasteet, mineraalit, agribulk ym.)
Kemi Shipping	Kemi	kontit, roro/storo, breakbulk (lolo), kuivabulk
Euroports Finland	Rauma	roro, storo, breakbulk (lolo)
Baltic Tank	Hamina, Kotka, Turku, Pori, Kokkola, Oulu, Kemi	nestebulk (kemikaalit, öljy, biopolttoaineet jne.)
Baltic Bulk	HaminKotka, Oulu, Kemi, Kaskinen	kuivabulk
Lovisa Forwarding and Stevedoring	Loviisa	kuivabulk, breakbulk (lolo)
Stevena	Hanko, Naantali, Turku, Uusikaupunki	roro, breakbulk (lolo), kuivabulk
Blomberg Stevedoring	Vaasa, Kalajoki	kuivabulk, breakbulk
Inkoo shipping	Inkoo	kuivabulk

Varustamot	Operoitavat alus- ja lastityypit
ESL-shipping	kuivabulk-alukset
Transfennica	roro-/konttialukset
Oy Langh Ship	konttialukset
Meriaura Oy	bulk, breakbulk, erikoiskuljetukset
Prima Shipping	bulk
Finnlines	roro-alukset
Containerships	konttialukset
NEOT (operoi säiliöaluksia)	säiliöalukset, nestebulk

<b>Muut organisaatiot</b>
Satamaoperaattorit ry
Satamaliitto





ISSN-L 1798-6656  
ISSN 1798-6664  
ISBN 978-952-317-532-7  
[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liik  
enne  
vira  
sto